


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры  
«Промышленная автоматика  
и робототехника»  
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой

 О.А. Ерзин

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Программные средства цифровой обработки сигналов»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**15.03.02 Технологические машины и оборудование**  
с направленностью (профилем)  
**Информационно-измерительные и управляющие системы техноло-  
гических машин**

Формы обучения: очная

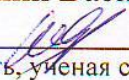
Идентификационный номер образовательной программы: 150302-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

Ларкин Евгений Васильевич, зав. кафедрой, доктор техн. наук, профессор

  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) (подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.1)

1. Какие устройства служат для ввода сигналов в ЭВМ?

а) цифровой датчик б) Цифровое исполнительное устройство в) Клавиатура г) Мышь.

2. Какой сигнал является цифровым?

а) Непрерывная функция непрерывного аргумента. б) непрерывная функция дискретного аргумента. в) Дискретная функция непрерывного аргумента. г) Дискретная функция дискретного аргумента.

3. Интегральное преобразование двумерного сигнала имеет вид:

$$а) B(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{B(x, y)}{\phi[(x, \omega_x), (y, \omega_y)]} dx dy$$

$$б) B(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (B(x, y) + \phi[(x, \omega_x), (y, \omega_y)]) dx dy$$

$$в) B(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} B(x, y) \phi[(x, \omega_x), (y, \omega_y)] dx dy$$

$$а) B(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (B(x, y) - \phi[(x, \omega_x), (y, \omega_y)]) dx dy$$

4. Двумерное преобразование Фурье имеет вид:

$$а) F(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \ln[-j(x\omega_x + y\omega_y)] dx dy$$

$$б) F(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp[-j(x\omega_x + y\omega_y)] dx dy$$

$$в) F(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dx dy$$

$$г) F(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp[-j(x\omega_x + y\omega_y)] d^2 f(x, y)$$

5. Оригинал восстанавливается из спектра по зависимости:

$$а) f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x, \omega_y) \ln[j(x\omega_x + y\omega_y)] dx dy$$

$$б) f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp[-j(x\omega_x + y\omega_y)] d^2 F(\omega_x, \omega_y)$$

$$в) f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x, \omega_y) dx dy$$

$$\Gamma) f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x, \omega_y) \exp j(x\omega_x + y\omega_y) d\omega_x d\omega_y$$

6. Мультипликативная дискретизация имеет вид:

$$\text{а) } \xi(t) = s(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT) \quad \text{б) } \xi(t) = s(t) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT)$$

$$\text{в) } \xi(t) = \frac{s(t)}{\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT)} ; \quad \Gamma) \xi(t) = \frac{\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT)}{s(t)}.$$

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.2)**

7. Спектр бесконечной последовательности  $\delta$ -функций представляет собой

а) синусоиду б) экспоненту в) бесконечную последовательность  $\delta$ -функций, г) косинусоиду.

8. Теорема Котельникова устанавливает соотношение:

а) между значениями пикселей в разных точках изображения; б) между значениями пространственных частот в разных точках пространственного спектра; в) между шириной спектра, частотой расположения пикселей и полосой пропускания восстанавливающего фильтра; г) между скоростью нарастания яркости и положением максимума на частотной характеристике изображения.

9. Операция равномерного квантования имеет вид:

$$\text{а) } d = \begin{cases} d_1 & \text{при } s \leq \Delta_1; \\ d_k & \text{при } \Delta_{k-1} \leq s \leq \Delta_k, 2 \leq k \leq K-1; \\ d_K & \text{при } s \geq \Delta_{K-1}, \end{cases}$$

$$\text{б) } d = \begin{cases} d_1 & \text{при } s \leq \Delta_1; \\ d_k & \text{при } \Delta_1 + \Delta(k-1) \leq s \leq \Delta_1 + \Delta k; \\ d_K & \text{при } s \geq \Delta_1 + \Delta(K-1), \end{cases}$$

10. Прямое ДПФ имеет вид:

$$\text{а) } c_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \beta_k e^{-i \frac{2\pi nk}{N}} \quad \text{б) } c_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \beta_k e^{i \frac{2\pi nk}{N}}$$

$$\text{в) } c_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \left( \beta_k + e^{-i \frac{2\pi nk}{N}} \right) \quad \Gamma) c_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \frac{\beta_k}{e^{-i \frac{2\pi nk}{N}}}$$

11. Обратное ДПФ имеет вид:

$$\text{а) } \beta_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} c_n e^{-i \frac{2\pi nk}{N}} \quad \text{б) } \beta_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} c_n e^{i \frac{2\pi nk}{N}} \quad \text{в) } \beta_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left( c_n + e^{-i \frac{2\pi nk}{N}} \right) \quad \Gamma) \beta_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \frac{c_n}{e^{i \frac{2\pi nk}{N}}}.$$

12. Двухточечное преобразование Фурье имеет вид

$$\text{а) } c_0 = \beta_0 + \beta_1, c_1 = \beta_0 - \beta_1. \quad \text{б) } c_0 = \beta_0 \beta_1, c_1 = \beta_0 / \beta_1 \quad \text{в) } c_0 = \beta_0 / \beta_1, c_1 = \beta_0 \beta_1 \quad \Gamma) c_1 = \beta_0^{\beta_1} c_1 = \beta_1^{\beta_0}$$

13. Критерий, на основании которого оценивают качество фильтрации, имеет вид:

$$\text{а) } \mathcal{E} = \iint_S \{B'(x, y) \phi[B(x, y)]\}^2 dx dy,$$

$$\text{б) } \mathcal{E} = \iint_S \{B'(x, y) + \phi[B(x, y)]\}^2 dx dy,$$

$$\text{в) } \mathcal{E} = \iint_S \{B'(x, y) - \phi[B(x, y)]\}^2 dx dy,$$

$$\Gamma) \mathcal{E} = \iint_S \left( \frac{B'(x, y)}{\phi[B(x, y)]} \right)^2 dx dy,$$

14. Интеграл свертки имеет вид:

а)  $B''(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} B(\xi, \zeta) h(x - \xi, y - \zeta) d\xi d\zeta,$

б)  $B''(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} B(\xi, \zeta) h(x + \xi, y + \zeta) d\xi d\zeta,$

в)  $B''(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{B(\xi, \zeta)}{h(x - \xi, y - \zeta)} d\xi d\zeta,$

г)  $B''(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{B(\xi, \zeta)}{h(x - \xi, y - \zeta)} d\xi d\zeta,$

15. Линейная фильтрация имеет вид:

а)  $\beta''_{mn} = \sum_{k=-A}^A \sum_{l=-\hat{A}}^{\hat{A}} (h_{kl} + \beta_{m+k, n+l}) \cdot$  б)  $\beta''_{mn} = \sum_{k=-A}^A \sum_{l=-\hat{A}}^{\hat{A}} (h_{kl} - \beta_{m+k, n+l}) \cdot$

в)  $\beta''_{mn} = \sum_{k=-A}^A \sum_{l=-\hat{A}}^{\hat{A}} h_{kl} \beta_{m+k, n+l}$

16. Фильтр  $h_{kl} = \frac{1}{(2A+1)(2B+1)} = \text{const}$  называется

а) простейшим сглаживающим, б) дифференцирующим, в) Лапласианом г) медианным

17. Фильтр  $\Delta\beta = (\beta_{k,l+1} - \beta_{k,l-1}) + (\beta_{k+1,l} - \beta_{k-1,l})$  называется

а) простейшим сглаживающим, б) дифференцирующим, в) Лапласианом г) медианным

18. Фильтр  $\nabla^2\beta = \beta_{k+1,l} + \beta_{k,l+1} + \beta_{k-1,l} + \beta_{k,l-1} - 4\beta_{k,l}$  называется

а) простейшим сглаживающим, б) дифференцирующим, в) Лапласианом г) медианным

19. Фильтр  $\beta'_{mn} = \text{med}\{\beta_{m-A, n-B}, \dots, \beta_{m-A, n+B}, \dots, \beta_{m+A, n-B}, \dots, \beta_{m+A, n+B}\} = \beta_{s, 2AB+A+B+1}$  называется

а) простейшим сглаживающим, б) дифференцирующим, в) Лапласианом г) медианным

20. Фильтры, основанные на гауссовой фильтрации в спектральной области, имеет вид

а)  $h(\omega) = A \exp\left(-\frac{\omega^2}{2\sigma^2}\right),$  б)  $h(\omega) = A \exp\left(\frac{\omega^2}{2\sigma^2}\right),$

в)  $h(\omega) = A \sin\left(\frac{\omega^2}{2\sigma^2}\right),$  г)  $h(\omega) = A \ln\left(\frac{\omega^2}{2\sigma^2}\right).$

21. С увеличением показателя  $\sigma$  (см. предыдущее задание) сглаживающие свойства Гауссиана

а) уменьшаются; б) увеличиваются; в) остаются неизменными;

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.3)

22. Идеальный фильтр низких частот  $h = \begin{cases} 1 & \text{if } \omega_x^2 + \omega_y^2 \leq r^2; \\ 0 & \text{if } \omega_x^2 + \omega_y^2 > r^2. \end{cases}$

а) подавляет все частоты, которые лежат вне круга с радиусом  $r$ ; б) подавляет все частоты, которые лежат внутри круга с радиусом  $r$ ; в) не изменяет частотного спектра сигнала; г) меняет соотношение составляющих спектра, лежащих внутри и вне круга с радиусом  $r$ .

23. Фильтр Баттерворта порядка  $s$  с частотой среза  $r$  задаются зависимостью

а)  $h(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\omega_x^2 + \omega_y^2}{r^2} \right]^s}$

$$\text{б)} \quad h(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\omega_x^2 + \omega_y^2}{s^2} \right]^r}.$$

$$\text{в)} \quad h(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 - \left[ \frac{\omega_x^2 + \omega_y^2}{r^2} \right]^s} \quad \text{г)} \quad h(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 - \left[ \frac{\omega_x^2 + \omega_y^2}{s^2} \right]^r}.$$

24. Фильтр на основании фильтра Баттерворта, повышающий резкость, имеет вид:

$$\text{а)} \quad \tilde{h}(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{r^2}{\omega_x^2 + \omega_y^2} \right]^s}, \quad \text{б)} \quad \tilde{h}(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{s^2}{\omega_x^2 + \omega_y^2} \right]^r}, \quad \text{в)} \quad \tilde{h}(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 - \left[ \frac{r^2}{\omega_x^2 + \omega_y^2} \right]^s},$$

$$\text{г)} \quad \tilde{h}(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{1 - \left[ \frac{s^2}{\omega_x^2 + \omega_y^2} \right]^r}.$$

25. Фильтры, основанные на порядковых статистиках, являются

а) линейными; б) нелинейными; в) их нельзя отнести ни к линейным, ни к нелинейным.

26. Умножение исходного изображения на  $(-1)^{k+l}$  при переходе в частотную область необходимо для  
а) уменьшения влияния постоянной составляющей; б) уменьшения влияния верхних пространственных частот; в) исключения переполнения сумматора при выполнении операции БПФ; г) центрирования Фурье-образа изображения.

27. Какая операция не является необходимой при фильтрации в частотной области?

а) умножение на  $(-1)^{k+l}$ ; б) вычисление прямого ДПФ; в) свертка с импульсным откликом фильтра; г) умножение на передаточную функцию фильтра; д) вычисление обратного ДПФ; е) умножение фильтрованного сигнала на  $(-1)^{k+l}$ .

28. Информативная часть изображения лежит

а) в области низких частот; б) в области средних частот; в) в области высоких частот.

29. Шумы лежат

а) в области низких частот; б) в области средних частот; в) в области высоких частот.

30. Фильтр-пробка убирает с изображения

а) высокочастотный шум; б) постоянную составляющую; в) мелкие детали.

### 3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.1)

- 1) Аналоговые, дискретизированные, квантованные, цифровые сигналы
- 2) Факсимильная цифровая модель изображения и ее спектр.
- 3) Технические средства формирования образа сцены. Формирование двумерного аналогового образа трехмерной сцены.
- 4) Фотоэлектронные преобразователи.
- 5) Теорема Котельникова.
- 6) Погрешности дискретизации изображений идеальным дискретизатором.
- 7) Модель реального дискретизатора.
- 8) Погрешности дискретизации изображений реальным дискретизатором.
- 9) Визуальное восприятие изображения. Глаз как восстанавливающий фильтр
- 10) Квантование сигналов сенсорной подсистемы по уровню

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.2)**

- 11) Погрешности преобразования видеосигнала в цифровой код.
- 12) Информационные характеристики цифровых сигналов
- 13) Понятие энтропии цифровых сигналов
- 14) Энтропия «белого шума».
- 15) Потери информативности изображения вследствие погрешностей статической свет-сигнальной характеристики.
- 16) Потери информативности изображения вследствие погрешностей пространственно-динамической характеристики.
- 17) Статическая обработка изображений. Изменение статической свет-сигнальной характеристики.
- 18) Обработка сигналов в сигнальной области. Дискретные функции, операции над ними.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.3)**

- 19) Конечная разность, конечная сумма.
- 20) Линейные разностные уравнения.
- 21) Свертка цифровой модели изображения с импульсным откликом фильтра.
- 22) Краевые эффекты при обработке изображений в сигнальной области.
- 23) Рекурсивный и нерекурсивный фильтры.
- 24) Ускоренные алгоритмы фильтрации в сигнальной области.
- 25) Типовые фильтры линейной фильтрации изображений в сигнальной области.

**4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы) по дисциплине (модулю)**

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.1)**

- 1) Фильтры, основанные на порядковых статистиках. Медианный фильтр.
- 2) Бинаризация изображений.
- 3) Задача классификации объектов.
- 4) Построение кривых, аппроксимирующих границы объектов.
- 5) Статистическая обработка сигналов.
- 6) Обработка сигналов в спектральной области

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.2)**

- 7) Быстрое преобразование Фурье.
- 8) Преобразование Уолша
- 9) Быстрое преобразование Уолша.
- 10) Преобразование Хаара
- 11) Импульсные отклики типовых линейных фильтров.
- 12) Вейвлет-преобразование.
- 13) Симметричные и центрально-симметричные вейвлеты.

- 14) Классификация объектов с помощью вейвлетов.
- 15) Межкадровая фильтрация.
- 16) Определение параметров движения с помощью межкадровой фильтрации.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-14 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-14.3)**

- 17). Фильтры, основанные на порядковых статистиках, являются
  - а) линейными; б) нелинейными; в) их нельзя отнести ни к линейным, ни к нелинейным.
- 18). Умножение исходного изображения на  $(-1)^{k+l}$  при переходе в частотную область необходимо для
  - а) уменьшения влияния постоянной составляющей; б) уменьшения влияния верхних пространственных частот; в) исключения переполнения сумматора при выполнении операции БПФ; г) центрирования Фурье-образа изображения.
- 19). Какая операция не является необходимой при фильтрации в частотной области?
  - а) умножение на  $(-1)^{k+l}$ ; б) вычисление прямого ДПФ; в) свертка с импульсным откликом фильтра; г) умножение на передаточную функцию фильтра; д) вычисление обратного ДПФ; е) умножение фильтрованного сигнала на  $(-1)^{k+l}$ .
- 20). Информативная часть изображения лежит
  - а) в области низких частот; б) в области средних частот; в) в области высоких частот.
- 21). Шумы лежат
  - а) в области низких частот; б) в области средних частот; в) в области высоких частот.
- 22). Фильтр-пробка убирает с изображения
  - а) высокочастотный шум; б) постоянную составляющую; в) мелкие детали.