

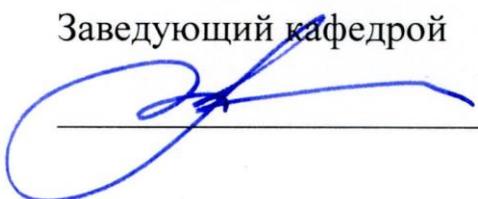
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра систем автоматического управления

Утверждено на заседании кафедры  
«Системы автоматического управления»  
«13» января 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ О.В.Горячев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Теория импульсных и цифровых систем управления»**

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

по специальности

**24.05.06 Системы управления летательными аппаратами**

с направленность (профилем)

**Системы управления беспилотными летательными аппаратами**

Форма обучения: очная

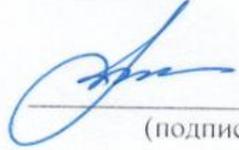
Идентификационный номер образовательной программы: 240506-01-21

Тула 2021 год

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

**Разработчик:**

Горячев Олег Владимирович, зав. каф. САУ, д.т.н., проф  
(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 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-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

#### **7 семестр**

1. Контрольный вопрос. Какое высказывание наиболее полно соответствует фразе: «основные функциональные элементы, входящие в обобщенную структурную схему цифровой автоматической системы»?

1. силовая система, объект управления, датчики;
2. непрерывная часть системы и цифровая управляющая часть;
3. цифроаналоговые преобразователи, аналого-цифровые преобразователи, цифровое вычислительное устройство;
4. объект управления и цифровое вычислительное устройство.

2. Контрольный вопрос. Что подразумевается под работой цифрового вычислительного устройства в режиме реального времени?

1. данный режим подразумевает ввод информации с датчиков и вывод результатов на реальные выходные устройства;
2. данный режим подразумевает расчет управляющего воздействия за ограниченное время, определяемое сложностью алгоритма;
3. данный режим подразумевает выполнение операций по считыванию информации из входных портов, ее обработку и вывод, с целью управления объектом, за ограниченное время, называемое тактом квантования;
4. данный режим подразумевает проведение расчетов встроенными цифровыми вычислительными устройствами.

3. Контрольный вопрос. Указать правильную последовательность этапов преобразования аналоговой информации в цифровой код:

1. масштабирование и кодирование;

2. квантование по времени и по уровню;
3. квантование по времени, уровню и кодирование;
4. модуляция, квантование по времени и уровню, кодирование.

4.Контрольный вопрос. Какому виду модуляции соответствует варьирование скважности импульсов  $\gamma$ ?

1. широтно-импульсная модуляция.
2. амплитудно-импульсная модуляция.
3. частотно-импульсная модуляция.
4. фазо-импульсная модуляция.

5.Контрольный вопрос. Как определяется число уровней статической характеристики АЦП с разрядностью  $N$ .

1.  $\mu = 2^{N-1}$ .
2.  $\mu = 2^N + 1$ .
3.  $\mu = 2^N - 1$ .
4.  $\mu = N^2 - 1$ .

6.Контрольный вопрос. Что включает в себя цифровая часть ЦСАУ?

1. цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователи;
2. цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователи, цифровое вычислительное устройство;
3. цифровое вычислительное устройство;
4. цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователи, цифровое вычислительное устройство и устройство сравнения.

7.Контрольный вопрос. В чем отличие импульсной системы управления от цифровой?

1. в импульсной системе осуществляется квантование сигналов по времени, а в цифровой по времени и уровню;
2. в импульсной системе осуществляется квантование сигналов по уровню, а в цифровой по времени и уровню;
3. в импульсной системе осуществляется квантование сигналов по уровню, а в цифровой по времени;
4. в импульсной системе осуществляется квантование сигналов по времени и уровню, а в цифровой по уровню.

8. Контрольный вопрос. Процесс преобразования цифрового кода в непрерывный сигнал включает в себя следующие операции:

1. декодирование и экстраполяцию;
2. декодирование;
3. масштабирование и декодирование;
4. модуляцию, декодирование и экстраполяцию.

9.Контрольный вопрос. Какому виду квантования соответствует фиксация мгновенных значений непрерывно изменяющейся функции  $y(t)$  в дискретные моменты времени ( $k=0, 1, 2, \dots$  — дискретное время, — период дискретности по времени)?

1. Квантование по уровню.
2. Квантование по времени.
3. Кодирование.
4. Квантование по времени и уровню

10.Контрольный вопрос. При реализации амплитудно-импульсной модуляции варьируется:

1. амплитуда;
2. скважность;
3. амплитуда и частота;
4. количество импульсов на период квантования.

## 8 семестр

- 1.Контрольный вопрос. Насколько важны требования к точности реализации параметров дискретных корректирующих фильтров?
- 2.Контрольный вопрос. Какие особенности имеет реализация дискретного корректирующего фильтра ЦВУ конечной разрядности?
- 3.Контрольный вопрос. Зависит ли точность представления параметров дискретного корректирующего фильтра от разрядности шины данных?
- 4.Контрольный вопрос. Зависит ли точность представления параметров дискретного корректирующего фильтра от разрядности адресной шины?
- 5.Контрольный вопрос. Зависит ли точность представления параметров дискретного корректирующего фильтра от такта квантования?
- 6.Контрольный вопрос. Зависит ли точность представления параметров дискретного корректирующего фильтра от метода программирования?
- 7.Контрольный вопрос. Какой метод программирования предпочтительнее использовать с точки зрения требований к точности представления коэффициентов?
- 8.Контрольный вопрос. Какие качества можно придавать системе с помощью цифровых фильтров?
- 9.Контрольный вопрос. При использовании метода стандартных разностных уравнений, какое движение является эталонным – свободное или вынужденное?

10.Контрольный вопрос. Какой порядок должен иметь корректирующий фильтр, при использовании метода стандартных разностных уравнений для синтеза параметров фильтра?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4(контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

## 7 семестр

1.Контрольный вопрос. Импульсный элемент с произвольной формой импульса  $s(t)$  можно представить как:

1. последовательное соединение ИИЭ и формирующего звена
2. последовательное соединение экстраполятора и непрерывной части импульсной системы
3. последовательное соединение экстраполятора и формирующего звена
4. параллельное соединение ИИЭ и формирующего звена

2.Контрольный вопрос. При реализации амплитудно-импульсной модуляции варьируется:

1. амплитуда;
2. скважность;
3. амплитуда и частота;
4. количество импульсов на период квантования.

3.Контрольный вопрос. Чем определяется точность представления информации в цифровых системах управления?

1. количеством разрядов входных преобразователей;
2. диапазоном кодирования физической величины;
3. количеством разрядов входных преобразователей и диапазоном кодирования физической величины ;
4. количеством разрядов шины данных цифрового вычислительного устройства.

4.Контрольный вопрос. Что такое решетчатая функция?

1. функция, определенная в произвольные дискретные моменты времени;
2. функция, определенная в тактовые моменты времени;
3. функция, полученная в результате квантования ее значений по уровню в дискретные моменты времени;
4. функция, полученная в результате квантования ее значений по уровню.

5.Контрольный вопрос. Что такое смещенная решетчатая функция?

1. решетчатая функция, дискреты которой смещены на время, большее периода квантования;

2. решетчатая функция, дискреты которой смещены на время, меньшее периода квантования;
3. решетчатая функция, дискреты которой смещены на целое число тактов;
4. решетчатая функция, смещенная по оси ординат на некоторое постоянное значение, величина которого может быть произвольной.

## 8 семестр

1. Контрольный вопрос Перечислите матрицы, определяющие динамические свойства объекта управления в дискретном времени?
2. Контрольный вопрос Элементы какой матрицы определяют характер свободных движений в системе?
3. Контрольный вопрос Какому условию должны удовлетворять элементы собственной матрицы для обеспечения условия устойчивости объекта управления?
4. Контрольный вопрос Как определяется собственная матрица замкнутой системы?
5. Контрольный вопрос Как связаны собственные числа матрицы и корни характеристического уравнения системы?
6. Контрольный вопрос из каких соображений определяются элементы матрицы обратных связей, при синтезе дискретной системы методами пространства состояний?
7. Контрольный вопрос В чем особенность канонической формы управляемости? какой вид при этом имеет собственная матрица и передаточная матрица ?
8. Контрольный вопрос Какому условию должны удовлетворять собственные числа матрицы замкнутой системы для обеспечения процессов управления конечной длительности?
9. Контрольный вопрос От чего зависит длительность переходных процессов в системе, синтезированной из условия обеспечения процессов конечной длительности?
10. Контрольный вопрос С какими трудностями сталкиваются проектировщики цифровых систем управления при реализации алгоритмов управления, обеспечивающих конечную длительность переходных процессов?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4(контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

## 7 семестр

1. Контрольное задание. Обратная разность определяется зависимостью:

1.  $\nabla f[kT] = f[(k-1)T] - f[kT]$

2.  $\Delta f[kT] = f[(k+1)T] - f[kT]$

3.  $\nabla f[kT] = f[kT] - f[(k-1)T]$

$$4. \Delta f[kT] = f[kT] - f[(k+1)T]$$

2. Контрольное задание. Прямая разность:

$$1. \nabla f[kT] = f[(k-1)T] - f[kT]$$

$$2. \Delta f[kT] = f[(k+1)T] - f[kT]$$

$$3. \nabla f[kT] = f[kT] - f[(k-1)T]$$

$$4. \Delta f[kT] = f[kT] - f[(k+1)T]$$

3. Контрольное задание. Изображение решетчатой функции является периодическим:

1. с чисто мнимым периодом  $2\pi j$ ;
2. с чисто мнимым периодом  $2\pi j/T$ ;
3. с действительным периодом  $2\pi$ ;
4. с чисто мнимым периодом  $\pi j/T$ .

4. Контрольное задание. Изображение  $F^*(p)$  решетчатой функции  $f[kT]$ , связано с изображением  $F(p)$  порождающей непрерывной функции  $f(t)$  следующей зависимостью:

$$1. F^*(p) = \frac{1}{T} \sum_{m=-\infty}^{\infty} F\left(p + j \frac{2\pi}{T} m\right) + \frac{f(0)}{2};$$

$$2. F^*(p) = \frac{1}{T} \sum_{m=0}^{\infty} F\left(p + j \frac{2\pi}{T} m\right) + \frac{f(0)}{2};$$

$$3. F^*(p) = \sum_{k=0}^{\infty} f[kT] \cdot e^{-pkT};$$

$$4. F^*(p) = \frac{1}{T} \sum_{m=0}^{\infty} F\left(p + j \frac{2\pi}{T} m\right).$$

5. Контрольное задание. Зависимость

$$F^*(p) = \sum_{i=1}^r \operatorname{Res} F(s) \frac{z}{z - e^{Ts}} \Big|_{s_i}$$

используется для:

1. определения связи между дискретным изображением решетчатой функции и изображением по Лапласу исходной образующей функции (\*);
2. для определения изображения по Лапласу образующей функции;
3. для определения оригинала образующей функции по известному изображению; для определения вычетов функции  $F(s)$  в полюсах  $s$ .

**8 семестр**

1. Контрольный вопрос. С какими недостатками или проблемами сталкиваются проектировщики систем управления, на этапе реализации алгоритмов управления, синтезированных методами пространства состояний?
2. Контрольный вопрос. Какие задачи относятся к категории задач управления при неполной информации?
3. Контрольный вопрос. Возможно ли синтезировать алгоритм восстановления координат объекта управления только по известному управляющему воздействию? Как это можно сделать? И в чем основной недостаток такого подхода?
4. Контрольный вопрос. В чем заключается основная идея построения алгоритма наблюдения Луенбергера?
5. Контрольный вопрос. Алгоритм наблюдателя Луенбергера представляет собой замкнутую или разомкнутую динамическую систему?
6. Контрольный вопрос. Как обеспечивается устойчивость работы алгоритма наблюдения Луенбергера?
7. Контрольный вопрос. Каким образом алгоритм наблюдателя Луенбергера оказывает влияние на характеристики проектируемой системы?
8. Контрольный вопрос. В чем особенность канонической формы наблюдаемости? Какой вид при этом имеет собственная матрица системы?
9. Контрольный вопрос. Какому условию должны удовлетворять собственные числа матрицы замкнутой системы для обеспечения процессов восстановления координат за конечный интервал времени?
10. Контрольный вопрос. От чего зависит длительность переходных процессов в системе, синтезированной из условия обеспечения процессов конечной длительности?
11. Контрольный вопрос. Какие основные проблемы позволяют решать алгоритмы восстановления координат типа алгоритма наблюдения Луенбергера?

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

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

**7 семестр**

1. Контрольный вопрос. Определение дискретного преобразования Лапласа. Дискретным преобразованием Лапласа называется преобразование решетчатой функции, определяемое соотношением:

1.  $F^*(p) = \sum_{k=0}^{\infty} f[kT] \cdot e^{-p k T}$  ;
2.  $F(p) = \int_0^{\infty} f(t) \cdot e^{-p t} dt$  ;
3.  $f_T(t) = L^{-1}\{F(p)\} = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(p) e^{p t} dp$  ;
4.  $f_T(t) = \sum_{k=0}^{\infty} f(t) \cdot \delta(t - kT)$ ;

2. Контрольный вопрос. Для обозначения дискретного преобразования Лапласа используется символ:

1. D
2. D\*;
3. L;
4.  $\bar{D}$ .

3. Контрольный вопрос. Изображение решетчатой функции является периодическим:

1. с чисто мнимым периодом  $2\pi j$ ;
2. с чисто мнимым периодом  $2\pi j/T$ ;
3. с действительным периодом  $2\pi$ ;
4. с чисто мнимым периодом  $\pi j/T$ .

4. Контрольный вопрос. Зависимость

$$F^*(p) = \sum_{i=1}^r \text{Res} F(s) \frac{z}{z - e^{TS}} \Big|_{s_i}$$

используется для:

1. определения связи между дискретным изображением решетчатой функции и изображением по Лапласу исходной образующей функции;
2. для определения изображения по Лапласу образующей функции;
3. для определения оригинала образующей функции по известному изображению;
4. для определения вычетов функции  $F(s)$  в полюсах  $s$ .

5. Контрольный вопрос. Изображение обратной разности порядка  $m$  имеет вид:.

1.  $Z\{\Delta^m f[kT]\} = (z-1)^m F(z)$

$$2. \quad Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left(\frac{z+1}{z}\right)^m F(z)$$

$$3. \quad Z\{\Delta^m f[kT]\} = (z+1)^m F(z)$$

$$4. \quad Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left(\frac{z-1}{z}\right)^m F(z)$$

5.

6. Контрольный вопрос. Изображение прямой разности порядка  $m$ :

$$1. \quad Z\{\Delta^m f[kT]\} = (z-1)^m F(z)$$

$$2. \quad Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left(\frac{z+1}{z}\right)^m F(z)$$

$$3. \quad Z\{\Delta^m f[kT]\} = (z+1)^m F(z)$$

$$4. \quad Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left(\frac{z-1}{z}\right)^m F(z)$$

7. Контрольный вопрос. Линейность Z-преобразования иллюстрирует формула:

$$1. \quad \left\{ \sum_{i=1}^n \alpha_i f_i[kT] \right\} = \sum_{i=1}^n \alpha_i z \{f_i[kT]\} = \sum_{i=1}^n \alpha_i F_i(z);$$

$$2. \quad \sum_{r=-m}^{\infty} f[rT] \cdot z^{-(m+r)} = z^{-m} \left[ \sum_{r=0}^{\infty} f[rT] z^{-r} + \sum_{r=-m}^{-1} f[rT] z^{-r} \right];$$

$$3. \quad \Delta f[k] = f[k+1] - f[k];$$

$$4. \quad Z\left\{ \sum_{m=0}^k f_1[k-m] f_2[m] \right\} = Z\{f_1[k]\} \cdot Z\{f_2[k]\} = F_1(z) \cdot F_2(z).$$

8. Контрольный вопрос. Теореме о запаздывании соответствует формула:

$$1. \quad Z\{f[(k-m)T]\} = z^{-m} F(z) + z^{-m} \cdot \sum_{r=-m}^{-1} f[rT] \cdot z^{-r}$$

$$2. \quad Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left(\frac{z-1}{z}\right)^m F(z)$$

$$3. \quad Z\{f[(k+m)T]\} = z^m \left[ F(z) - \sum_{r=0}^{m-1} f[rT] z^{-r} \right] F(z)$$

$$4. \quad Z\{\Delta^n f[kT]\} = (z-1)^n F(z).$$

9. Контрольный вопрос. Теореме об упреждении соответствует формула:

$$1. \quad Z\{f[(k-m)T]\} = z^{-m} F(z) + z^{-m} \cdot \sum_{r=-m}^{-1} f[rT] \cdot z^{-r};$$

$$2. \quad Z\{f[(k-m)T]\} = z^{-m} F(z);$$

$$3. Z\{f[(k+m)T]\} = z^m \left[ F(z) - \sum_{r=0}^{m-1} f[rT]z^{-r} \right] F(z);$$

$$4. Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left( \frac{z-1}{z} \right)^m F(z).$$

10. Контрольный вопрос. Обратное дискретное преобразование Лапласа определяется формулой:

$$1. \sum_{k=0}^{\infty} \Delta f[k] = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)F(z) - f(0);$$

$$2. f[kT] = \frac{T}{j2\pi} \int_{c-j\frac{\pi}{T}}^{c+j\frac{\pi}{T}} F^*(p) e^{pkT} dp;$$

$$3. F(z) = f[0] + f[1] \cdot z^{-1} + \dots + f[k] \cdot z^{-k} + \dots;$$

$$4. f(t) = L^{-1}\{F(p)\} = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(p) e^{pt} dp.$$

## 8 семестр

1. Контрольный вопрос. Выбор переменных состояния цифровой системы: способ параллельного программирования.

2. Контрольный вопрос. Выбор переменных состояния цифровой системы: способ прямого программирования.

3. Контрольный вопрос.

Задана z-ПФ разомкнутого контура системы с единичной отрицательной обратной связью:

$$W(z) = \frac{K}{z^2 - 0,3z + 0,02},$$

входной сигнал:

$$F(z) = \frac{6z}{z-1}.$$

При какой величине K, установившаяся ошибка в замкнутой системе будет удовлетворять неравенству  $e_{уст} < 1$ . Оценить устойчивость замкнутой системы при полученном K.

4. Контрольный вопрос. В чем преимущество алгоритмов наблюдения состояния динамической системы, построенных в соответствии с методикой Луенбергера?

5. Контрольный вопрос. Какие недостатки Вы можете отметить в алгоритме наблюдателя Луенбергера?

6. Контрольный вопрос. Что такое наблюдатель полного порядка?  
 7. Контрольный вопрос. Что такое редуцированный наблюдатель?  
 8. Контрольный вопрос. Какое основное достоинство редуцированного наблюдателя?  
 9. Контрольный вопрос. Какие недостатки редуцированного наблюдателя Вы можете указать?  
 10. Контрольный вопрос. При каких условиях целесообразно на Ваш взгляд использовать наблюдатель полного порядка, а при каких – редуцированный?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

**7 семестр**

1. Контрольное задание. Изображению по Лапласу

$$F(s) = \frac{l}{s(s + \beta)}$$

соответствует изображению  $F^*(p)$ :

$$1. \frac{zTe^{-T\beta}}{\beta^2(z - e^{-T\beta})}; \quad 3. \frac{z(1 - e^{-T\beta})}{\beta(z - e^{-T\beta}) \cdot (z - 1)};$$

$$2. \frac{z}{\beta^2(z - e^{-T\beta})}; \quad 4. \frac{z}{\beta^2(z - e^{-T\beta})} - \frac{z}{\beta^2(z - 1)}.$$

2. Контрольное задание. Теореме о запаздывании соответствует формула:

$$1. Z\{f[(k - m)T]\} = z^{-m} F(z) + z^{-m} \cdot \sum_{r=-m}^{-1} f[rT] \cdot z^{-r}$$

$$2. Z\{\nabla^m f[kT]\} = \left(\frac{z-1}{z}\right)^m F(z)$$

$$3. Z\{f[(k + m)T]\} = z^m \left[ F(z) - \sum_{r=0}^{m-1} f[rT]z^{-r} \right] F(z)$$

$$4. z\{\Delta^n f[kT]\} = (z - 1)^n F(z).$$

3. Контрольное задание. Конечное значение решетчатой функции определяется зависимостью:

$$1. \sum_{k=0}^{\infty} f[k]; \quad 3. \lim_{z \rightarrow 1} (z - 1)F(z);$$

$$2. \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)F(z) - f(0); \quad 4. \lim_{z \rightarrow \infty} \frac{z-1}{z} F(z).$$

4. Контрольное задание. Начальное значение решетчатой функции определяется зависимостью:

$$1. \sum_{k=0}^{\infty} f[k]; \quad 3. \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)F(z);$$

$$2. \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)F(z) - f(0); \quad 4. \lim_{z \rightarrow \infty} \frac{z-1}{z} F(z).$$

5. Контрольное задание. Зависимость

$$f[k] = \sum_i \operatorname{Res} F(z) \cdot z^{k-1} \Big|_{z=z_i}$$

используется:

1. для получения аналитической зависимости для решетчатой функции по ее изображению;
2. для расчета значений решетчатой функции заданной своим изображением;
3. определения Z-преобразования решетчатой функции;
4. для выполнения обратного Z- преобразования

6. Контрольное задание. Свертка решетчатых функций это:

$$1. \sum_{m=0}^k f_1[k-m]f_2[m]; \quad 3. \sum_{k=0}^{\infty} f[k] \cdot z^{-k};$$

$$2. \bar{D}\{F_1(p) \cdot F_2^*(p)\}; \quad 4. \lim_{z \rightarrow \infty} z \left\{ \frac{z-1}{z} F(z) - f[0] \right\}.$$

7. Контрольное задание. Какая зависимость правильно отображает реакцию непрерывной части импульсной системы на модулированную последовательность  $\delta$ - функций?

1.  $y(z) = F(z) \cdot W(z)$
2.  $y(t) = \sum_{k=0}^{\infty} f[kT] \cdot w(t - kT)$
3.  $y(t) = \sum_{k=0}^n f[kT] \cdot w(t - kT), t < (n+1)T$
4.  $y(t) = \sum_{k=0}^n f[kT] \cdot w(t - kT)$

8. Контрольное задание. Модифицированная Z-передаточная функция системы  $W(z, \varepsilon)$  определяется выражением:

$$W(z, \varepsilon) = \frac{y(z, \varepsilon)}{F(z)}.$$

Справедливо ли оно? Выберите наиболее полный ответ.

1. да;
2. нет, в знаменателе отсутствует  $\varepsilon$ ;
3. нет, изображение выходного сигнала не должно зависеть от смещения;
4. нет, указанное выражение не соответствует определению передаточной функции.

9. Контрольное задание. По какой причине в выражении для модифицированной Z-передаточной функции системы  $W(z, \varepsilon)$ :

$$W(z, \varepsilon) = \frac{y(z, \varepsilon)}{F(z)}$$

в знаменателе используется обычное Z-преобразование входного сигнала? Укажите наиболее полный ответ.

1. постановка вопроса неправильная, так как в указанном выражении должно использоваться модифицированное Z-преобразование входного сигнала;
2. на вход в непрерывной части системы поступает несмещённая решетчатая функция;
3. при определении модифицированной Z-передаточной функции системы  $W(z, \varepsilon)$  используют обычное Z-преобразование входного и выходного сигналов;
4. смещением на входе мы можем пренебречь вследствие того, что параметр  $\varepsilon < 1$ .

10. Контрольное задание. Какой формулой необходимо воспользоваться для определения Z-передаточной функции импульсной системы, если известна ее весовая характеристика?

1.  $W(z) = \frac{y(z)}{F(z)} = \frac{Z\{y[nT]\}}{Z\{t[nT]\}};$
2.  $W(z) = \sum_{n=0}^{\infty} w[nT] \cdot z^{-n};$
3.  $W(z, \varepsilon) = \frac{y(z, \varepsilon)}{F(z)};$
4.  $W(p) = L\{w(t)\}.$

## 8семестр

1. Контрольное задание.

Задана структурная схема системы:



(ЭНП- экстраполятор нулевого порядка,  $T=0,2c$ ).

Получить Z- передаточную функцию замкнутой системы по управляющему воздействию.

## 2.Контрольное задание.

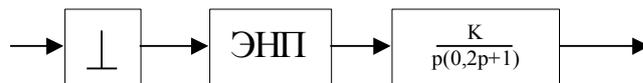
Задана структурная схема системы



Получить Z- передаточную функцию замкнутой системы по ошибке.

## 3.Контрольное задание.

Задана структурная схема системы:



Определить Z- передаточную функцию системы.

## 4.Контрольное задание.

Задана структурная схема системы:



Определить Z- передаточную функцию системы.

## 5.Контрольное задание.

Получить Z- передаточную функцию системы с экстраполятором нулевого порядка, непрерывная часть которой имеет передаточную функцию:

$$W(s) = \frac{5}{s(s+1)(s+10)}$$

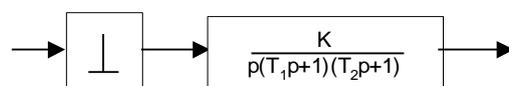
## 6.Контрольное задание.

Найти Z- передаточную функцию дискретной системы:



## 7.Контрольное задание.

Найти Z- передаточную функцию дискретной системы:



**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

## 7 семестр

### 1. Контрольное задание.

Найти свободное движение динамической системы, описываемой уравнением:

$$x[k+2]-2x[k+1]+2x[k] = 2g[k],$$

$$g[k] = 2^k, \text{ при начальных условиях: } x[0] = 1; x[1] = 2.$$

### 2. Контрольное задание.

Найти вынужденное движение динамической системы, описываемой уравнением:

$$x[k+2]-4x[k+1]+x[k] = 2g[k],$$

возникающее под действием входного сигнала:

$$g[k] = 2^k,$$

при начальных условиях:

$$x[0] = 1; x[1] = 2.$$

### 3. Контрольное задание.

Найти реакцию дискретной динамической системы, описываемой уравнением:

$$x[k+2]-5x[k+1]+6x[k] = g[k],$$

на входной сигнал:  $g[k] = 1+k$ , при следующих начальных условиях:  $x[0] = 1; x[1] = 2$ .

### 4. Контрольное задание.

Рассчитать свободную составляющую динамического процесса, возникающего в ИС, поведение которой описывается конечно-разностным уравнением:

$$x[k+2]-5x[k+1]+6x[k] = g[k+1] - 3g[k],$$

на входной сигнал:  $g[k] = \kappa$ , при следующих начальных условиях:  $x[0] = 1; x[1] = 1$ .

### 5. Контрольное задание.

Рассчитать вынужденную составляющую динамического процесса, возникающего в ИС, поведение которой описывается конечно-разностным уравнением:

$$x[k+2]-5x[k+1]+6x[k] = g[k+1] - 3g[k],$$

на входной сигнал:

$$g[k] = 1,$$

при следующих начальных условиях:

$$x[0] = 1; x[1] = 2$$

### 6. Контрольное задание.

Найти аналитическое выражение для решения конечно-разностного уравнения:

$$5x[k+2]-6x[k+1]+x[k] = 0,$$

при следующих начальных условиях:

$$x[0] = 1; x[1] = -1.$$

### 7. Контрольное задание.

Найти аналитическое выражение для решения конечно-разностного уравнения:

$$x[k+2]-4x[k+1]+4x[k] = k,$$

при следующих начальных условиях:

$$x[0] = 1; x[1] = 0.$$

### 8. Контрольное задание.

Найти аналитическое выражение для решения конечно-разностного уравнения:

$$x[k+2] - 4x[k] = 2^k,$$

при следующих начальных условиях:

$$x[0] = 0; x[1] = 1.$$

### 8. Контрольное задание.

Определить вычет функции  $F(s) = \frac{s-2}{(s-1)^2(s+2)}$ .

### 9. Контрольное задание.

Определить вычет функции  $F(s) = \frac{2s^2 + s - 1}{s(5s + 1)}$ .

### 10. Контрольное задание.

Определить вычет функции  $F(s) = \frac{(s+1)(s-1)}{s^2(s+0.5)}$ .

## 8 семестр

### 1. Контрольное задание.

Определить псевдочастотную передаточную функцию импульсной системы, Z-передаточная функция которой имеет вид ( $T=1c$ ):

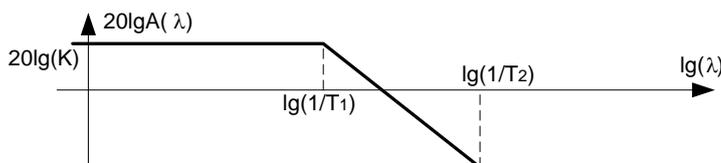
$$\frac{z+0,9}{(z-0,1)(z+0,5)}$$

### 2. Контрольное задание.

Оценить устойчивость линейной импульсной системы, Z-передаточная функция которой имеет следующее характеристическое уравнение:  $z^3 - 1,4z^2 - 0,27z - 0,04 = 0$

### 3. Контрольное задание.

Получить Z-передаточную функцию линейной импульсной системы, асимптотическая логарифмическая псевдочастотная характеристика которой имеет вид ( $T=1c$ ):



### 4. Контрольное задание.

Определить псевдочастотную передаточную функцию импульсной системы, Z-передаточная функция которой имеет вид ( $T=1c$ ):

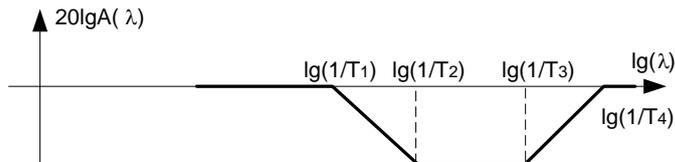
$$\frac{2}{(z-0,1)(z-0,5)}$$

### 5. Контрольное задание.

Оценить устойчивость линейной импульсной системы, Z-передаточная функция которой имеет следующее характеристическое уравнение:  $z^3 - 0,2z^2 - 1,31z + 0,132 = 0$

### 6. Контрольное задание.

Получить Z-передаточную функцию линейной импульсной системы, асимптотическая логарифмическая псевдочастотная характеристика которой имеет вид ( $T=1c$ ):



### 7. Контрольное задание.

Определить псевдочастотную передаточную функцию импульсной системы, Z-передаточная функция которой имеет вид ( $T=1c$ ):

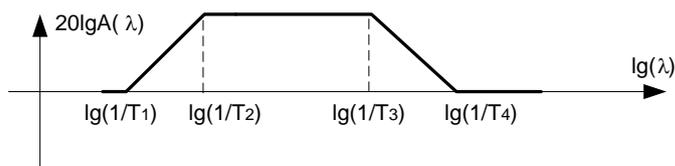
$$\frac{z+1}{(z+0,1)(z+0,5)}$$

### 8. Контрольное задание.

Оценить устойчивость линейной импульсной системы, Z-передаточная функция которой имеет следующее характеристическое уравнение:  $z^3 - 0,2z^2 - 0,71z + 0,072 = 0$

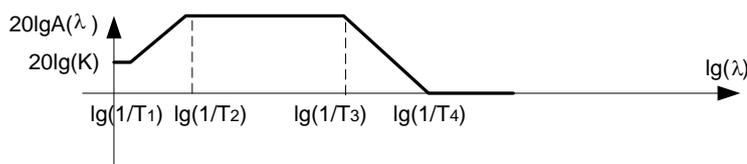
### 9. Контрольное задание.

Получить Z-передаточную функцию линейной импульсной системы, асимптотическая логарифмическая псевдочастотная характеристика которой имеет вид ( $T=1c$ ):



### 10. Контрольное задание.

Получить Z-передаточную функцию линейной импульсной системы, асимптотическая логарифмическая псевдочастотная характеристика которой имеет вид ( $T=1c$ ):

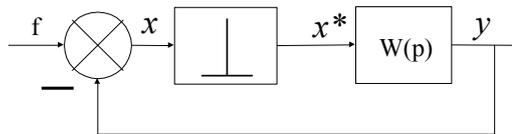


#### 4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

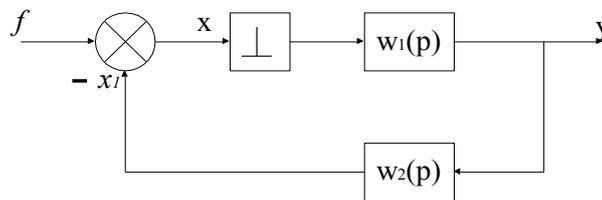
1. Контрольный вопрос. Дать определение понятия идеальный импульсный элемент?

2. Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы приведена на рисунке:



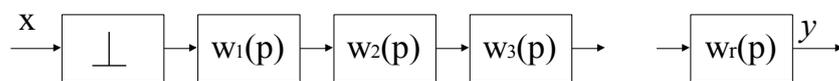
Вычислить передаточные функции замкнутой импульсной системы по управлению.

3. Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы представлена на рисунке:



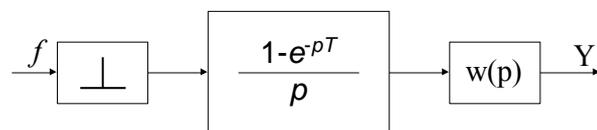
Вычислить z- изображение сигнала  $x_1$  ?

4. Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы представлена на рисунке:



Вычислить эквивалентную z- передаточной функции системы.

5. Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы представлена на рисунке.



Вычислить эквивалентную z- передаточной функции системы.

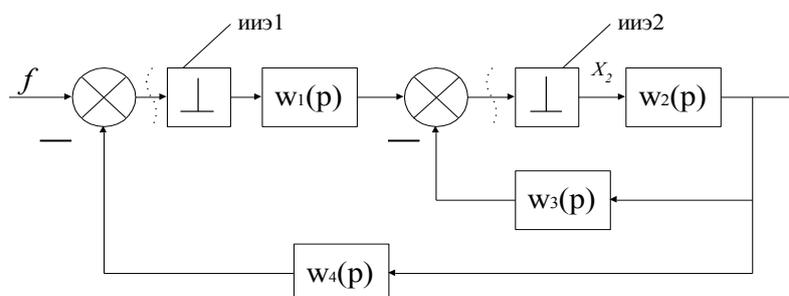
6.Контрольный вопрос. Чем вызван периодический характер частотных характеристик импульсных систем?

7.Контрольный вопрос. Что понимается под эффектом транспонирования частот в импульсной системе в низкочастотную область?

8.Контрольное задание. Вычислить минимальную частоту транспонированных колебаний на выходе импульсной системы, если период квантования равен 1с, а частота помехи составляет 10,5Гц.

9.Контрольный вопрос. Перечислить условия, которым должна удовлетворять передаточная функция импульсной системы, для того чтобы переходные процессы в ней заканчивались за конечное время.

10.Контрольный вопрос. Структурная схема импульсной системы представлена на рисунке.



Указать, какие выражения могут быть использованы для определения z- изображения сигнала  $x_2(z)$ ?

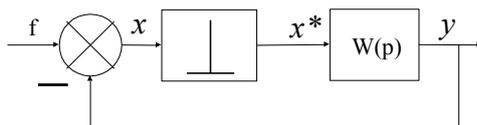
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

1.Контрольный вопрос. Перечислить основные функциональные элементы, входящие в обобщенную структурную схему цифровой автоматической системы?

2. Контрольный вопрос. Указать, что подразумевается под работой цифрового вычислительного устройства в режиме реального времени?

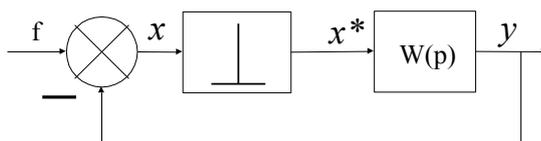
3.Контрольный вопрос. Дать определение дискретного преобразования Лапласа. Каким соотношением определяется дискретное преобразование Лапласа?

4.Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы приведена на рисунке



указать уравнение замыкания системы в дискретные моменты времени?

5. Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы приведена



на рисунке

указать передаточные функции замкнутой импульсной системы по управлению?

6. Контрольное задание.

Структурная схема системы представлена на рисунке



переходная матрица, матрицы управления, выхода и обхода объекта второго порядка имеют вид:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \quad C^T = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad D = [I].$$

Записать конечно-разностные уравнения состояния для замкнутой системы, найти Z-передаточную функцию разомкнутой системы.

7. Контрольное задание.

Задана передаточная функция ИС:

$$W^*(w) = \frac{(0,3w + 1)(1 - 0,5w)}{w(1 + w)}.$$

Требуется построить ЛАПЧХ ИС.

8. Контрольное задание.

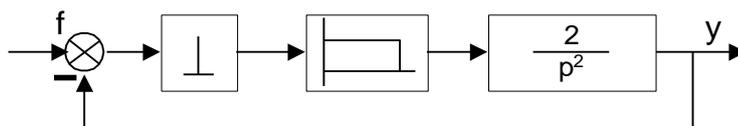
Задана передаточная функция ИС:

$$W(z) = \frac{5z - 0,4}{z^2 + 1,2z + 0,32}.$$

Требуется получить  $W^*(w)$  и построить ЛАПЧХ ИС.

9. Контрольное задание.

Задана структурная схема ИС:



Необходимо выбрать переменные состояния и записать уравнение состояния для этой системы.

#### 10. Контрольное задание.

Процессы в системе описываются системой конечно-разностных уравнений:

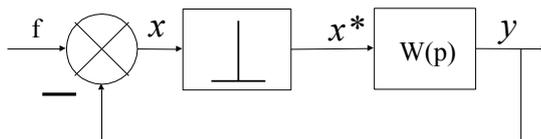
$$\begin{aligned}x_1[k+1] &= -1,2 x_1[k] + 0,8 x_2[k] + u[k]; \\x_2[k+1] &= 0,8 x_1[k] - 0,1 x_2[k] + u[k].\end{aligned}$$

Требуется оценить устойчивость системы и рассчитать значения координат в первые три такта, при нулевых начальных условиях. Управляющее воздействие изменяется по закону:

$$u[k] = 0,1 k.$$

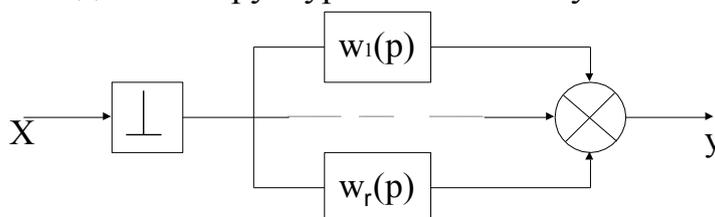
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1.Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы приведена



на рисунке указать передаточные функции замкнутой импульсной системы по ошибке?

2. Контрольное задание. Структурная схема импульсной системы



представлена на рисунке.

Указать, какое выражение соответствует эквивалентной z- передаточной функции системы?

3. Контрольное задание. Какие формулы могут быть использованы для определения процессов в импульсных системах, если известны  $z$ -изображения входного сигнала ( $F(z)$ ) и  $z$ - передаточная функция системы ( $W(z)$ )?

4. Контрольное задание. Какие параметры импульсов варьируются при реализации амплитудно-импульсной модуляции?

5. Контрольное задание. Чем определяется точность представления информации в цифровых системах управления?

6. Контрольное задание.

Процессы в системе описываются системой конечно-разностных уравнений:

$$\begin{aligned}x_1[k+1] &= -1,2 x_1[k] + 0,8 x_2[k] + u[k]; \\x_2[k+1] &= 0,8 x_1[k] - 0,1 x_2[k] + u[k].\end{aligned}$$

Требуется оценить устойчивость системы и рассчитать значения координат в первые три такта, при нулевых начальных условиях. Управляющее воздействие изменяется по закону:

$$u[k] = 0,1 k.$$

7. Контрольное задание.

Способом прямого программирования определить уравнения состояния ИС, заданной своей  $Z$ - передаточной функцией:

$$W(z) = \frac{5z^{-1} - 0,4z^{-2}}{0,32z^{-2} + 1,2z^{-1} + 1,0}.$$

8. Контрольное задание.

Задана  $z$ -ПФ разомкнутого контура системы с единичной отрицательной обратной связью:

$$W(z) = \frac{K}{z^2 - 0,3z + 0,02},$$

входной сигнал:

$$F(z) = \frac{6z}{z-1}.$$

При какой величине  $K$ , установившаяся ошибка в замкнутой системе будет удовлетворять неравенству  $e_{уст} < 1$ . Оценить устойчивость замкнутой системы при полученном  $K$ .

9. Контрольное задание.

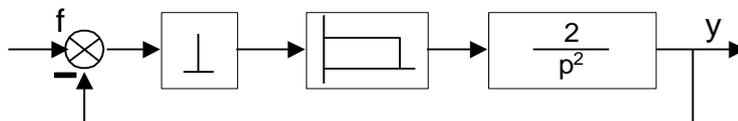
Задана  $Z$ - передаточная функция системы:

$$W(z) = \frac{5z - 0,4}{z^2 + 1,2z + 0,32}$$

оценить ее устойчивость. Найти вынужденное движение при постоянном входном сигнале:  $g(t) = 5$ .

### 10. Контрольное задание.

Задана структурная схема ИС:



Необходимо выбрать переменные состояния и записать уравнение состояния для этой системы.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления : [Учебное издание] / В.А.Бесекерский, Е.П.Попов .— 4-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Профессия, 2004 .— 752с. : ил. — (Специалист) .— Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-93913-035-6 /в пер./ : 176.00.
2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев – 3-е изд. доп. и переработ. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1034-7. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=538](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=538). – ЭБС Biblio online (Издательство «Лань») по паролю
3. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / А.А. Первозванский. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2015. – 624 с. – ISBN 978-5-8114-0995-2. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=68460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460). – ЭБС Biblio online (Издательство «Лань») по паролю
4. Горячев О.В. Основы теории компьютерного управления : учеб. пособие / О. В. Горячев, С. А. Руднев; ТулГУ .— Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. — 220 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1194-3. — <URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2013040914342128499900001265>
5. Макаров Н.Н., Феофилов С.В. Анализ и синтез систем автоматического управления с использованием системы MATLAB: учеб. пособие / Н. Н. Макаров, С. В. Феофилов; ТулГУ .— Тула: Изд-во ТулГУ, 2010 .— 68 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1805-8
6. Макаров Н.Н. Математический пакет MATHCAD и его применение в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления: учеб. пособие / Н.Н. Макаров. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2020. –189 с. (10 экз.)
7. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы : учебное пособие для вузов / И.В. Мирошник .— М.и др. : Питер, 2006 .— 272с. (23 экз.)
8. Теория автоматического управления : учебник для вузов. Ч.2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А.А.Воронов [и др.]; под ред. А.А. Воронова .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш.шк., 1986 .— 504с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN /В пер./ : 1,10.
9. Фалдин Н.В., Морозова Е.В. Специальные разделы математики (для специалистов по автоматическому управлению) : учебное пособие / Н.В. Фалдин, Е.В. Морозова; ТулГУ . — 2-е изд., перераб. и доп. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2018 .— 174 с. : ил. — Биб-

лиогр.: 173 с. — ISBN 978-5-7679-4175-9 .—  
<URL:<https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2018092709244937540700003076>>