

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гнатюк Максим Александрович  
Должность: Первый проректор  
Дата подписания: 11.07.2022 09:51:21  
Уникальный программный ключ:  
8873f497f100e798ae8c92c0d38e105c818d5410

Приложение  
к рабочей программе дисциплины

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Цифровые системы управления**

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

**27.04.03 Системный анализ и управление**

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**Системный анализ в распределенных технических системах**

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: *зачёт во 2 семестре*.

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции
ПК-8: способностью руководить коллективами разработчиков аппаратных и (или) программных средств и экспертных систем поддержки принимаемых решений при управлении техническими объектами

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр)
ПК-8: способностью руководить коллективами разработчиков аппаратных и (или) программных средств и экспертных систем поддержки принимаемых решений при управлении техническими объектами	Обучающийся знает: общие принципы построения цифровых систем управления, в частности, систем управления с идентификатором в обратной связи. Ознакомиться с критериями устойчивости цифровых систем, проблемами идентификации цифровых систем в форме линейных разностных уравнений, с методами анализа и синтеза систем управления. Изучить особенности применения ЭВМ в дискретных системах управления, а также особенности программной реализации алгоритмов управления в цифровых системах.	Задания (№ 1- №15)
	Обучающийся умеет: получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на ЭВМ для промышленных объектов управления.	Задания (№16 - №20)
	Обучающийся владеет: методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций, методами синтеза цифровых регуляторов, методами моделирования цифровых систем управления на ЭВМ, анализа качества и устойчивости ЦСУ.	Задания (№ 21- №25)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

## 2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несет заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ПК-8: способностью руководить коллективами разработчиков аппаратных и (или) программных средств и экспертных систем поддержки принимаемых решений при управлении техническими объектами	Обучающийся знает: общие принципы построения цифровых систем управления, в частности, систем управления с идентификатором в обратной связи. Ознакомиться с критериями устойчивости цифровых систем, проблемами идентификации цифровых систем в форме линейных разностных уравнений, с методами анализа и синтеза систем управления. Изучить особенности применения ЭВМ в дискретных системах управления, а также особенности программной реализации алгоритмов управления в цифровых системах.
<p>Задание 1. Понятие дискретного сигнала  ответ: Рассматривается каждое мгновенное значение сигнала  ответ: Квантование по уровню  ответ: Дискретизация во времени  ответ: Квантование по уровню и дискретизация по времени</p> <p>Задание 2. Дискретное преобразование Лапласа</p> <p>а) <math>\sum_{n=0}^{\infty} e^{-qn} f[n] = F(q), \quad n=0,1,2, \dots</math></p> <p>б) <math>\int_0^{\infty} f(t)e^{-pt} = F(p)</math>, t - непрерывное время.</p> <p>в) <math>\frac{1}{p} \int_0^{\infty} f(t)e^{-pt} = F^*(p)</math></p> <p>г) <math>\sum_{r=-\infty}^{\infty} e^{(q+2\pi jr)\varepsilon} F(q+2\pi jr)</math>, <math>\varepsilon</math> - вещественные параметры <math>0 \leq \varepsilon &lt; 1</math></p> <p>Задание 3. Какой решетчатой функции соответствует D-преобразования <math>F(q) = \frac{e^q}{e^q - 1}</math></p> <p>а) <math>1[n]</math>  б) <math>e^{-n}</math>  в) <math>f(n) = n</math>  г) <math>f(n) = \text{Sin } \omega n</math></p> <p>Задание 4. Какой формирующий элемент имеет передаточную функцию <math>Ku \frac{1 - e^{-qT}}{q}</math></p> <p>ответ: Треугольный  ответ: Прямоугольный  ответ: Синусоидальный  ответ: Экспоненциальный</p> <p>Задание 5. вопрос: Свойства передаточной функции разомкнутой системы <math>K^*(q, \varepsilon)</math></p> <p>ответ: Монотонная функция  ответ: Линейная функция  ответ: Периодическая функция относительно q  ответ: Четная функция</p> <p>Задание 6. Установившийся процесс при воздействии типа единичного скачка</p> <p>а) <math>K^*(0, \varepsilon)</math>  б) <math>K^*(q, \varepsilon)</math>  в) <math>K^*(q, 0)</math>  г) <math>K^*(0, 0)</math></p> <p>Задание 7. вопрос: Устойчивый процесс при воздействии типа <math>X(n) = X_m \text{Cos}(\omega n + \psi) = X_m e^{j(\omega n + \psi)}</math></p> <p>а) <math>K^*(j\omega, \varepsilon) X_m e^{j(\omega n + \psi)}</math>  б) <math>K^*(0, \varepsilon) X_m e^{j(\omega n + \psi)}</math>  в) <math>K^*(q, \varepsilon) X_m e^{j(\omega n + \psi)}</math>  б) <math>K^*(0, 0) X_m e^{j(\omega n + \psi)}</math></p>	

Задание 8. Передаточная функция замкнутой системы с отрицательной обратной связью

$F^*(q,0)$  - изображение входного сигнала

$K^*(q, \varepsilon)$  - передаточная функция разомкнутой системы

$Z^*(q, \varepsilon)$  - изображение выходного сигнала

а) 
$$Z^*(q, \varepsilon) = \frac{K^*(q, \varepsilon)}{1 + K^*(q, 0)} F^*(q, 0)$$

б) 
$$Z^*(q, \varepsilon) = F^*(q, 0)$$

в) 
$$Z^*(q, \varepsilon) = K^*(q, \varepsilon) F^*(q, 0)$$

г) 
$$Z^*(q, \varepsilon) = \frac{K^*(q, \varepsilon)}{1 - K^*(q, 0)} F^*(q, 0)$$

Задание 9. Основное условие устойчивости импульсной системы

ответ: полюсы передаточной функции лежат в левой части полосы  $-3,14 < \text{Im}q < 3,14$

ответ: полюсы передаточной функции лежат в правой части полуплоскости

ответ: полюсы передаточной функции лежат на оси ординат комплексной плоскости  $q$

ответ: полюсы передаточной функции лежат в нижней полуплоскости  $q$

Задание 10. Частотные характеристики замкнутой импульсной системы

а) 
$$K^*_{з.с.}(j\omega, \varepsilon) = \frac{K^*(j\omega, \varepsilon)}{1 + K^*(j\omega, 0)}$$

б) 
$$K^*_{з.с.}(j\omega, \varepsilon) = K^*(j\omega, \varepsilon)$$

в) 
$$K^*_{з.с.}(j\omega, \varepsilon) = \frac{K^*(j\omega, \varepsilon)}{1 - K^*(j\omega, 0)}$$

г) 
$$K^*_{з.с.}(j\omega, \varepsilon) = \frac{K^*(j\omega, \varepsilon)}{1 + K^*(j\omega, \varepsilon)}$$

Задание 11. Описание линейной импульсной системы при наличии помех

$g(K)$  - импульсная характеристика,  $e(n)$  - белый шум

а) 
$$y(n) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)u(n-k)$$

б) 
$$y(n) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)u(n-k) + \sum_{k=0}^{\infty} h(k)e(n-k)$$

в) 
$$y(n) = \sum_{k=0}^{\infty} h(k)e(n-k)$$

г) 
$$y(t) = \int_0^{\infty} g(\tau)u(t-\tau)d\tau$$

Задание 12. Операторная запись линейной модели с шумами

$g(k)$  - импульсная характеристика;  $q^{-1}$  - оператор сдвига;  $q^{-1}u(n) = u(n-1)$

а) 
$$y(n) = G(q)u(n) + H(q)e(n)$$

$$G(q) = \sum_{k=1}^{\infty} g(k)q^{-k}$$

$$H(q) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} h(k)q^{-k}$$

б) 
$$y(n) = G(q)u(n)$$

в) 
$$y(n) = H(q)e(n)$$

г) 
$$g(t) = \int_0^{\infty} g(\tau)u(t-\tau)d\tau$$

Задание 13. Модель линейной динамической системы с ошибкой в уравнении

$$y(n) + a_1 y(n-1) + \dots + a_{n_a} y(n-n_a) = b_1 u(n) + \dots + b_{n_b} u(n-n_b) + e(n)$$

Какие методы оценивания параметров применяются в этом случае?

ответ: Метод наименьших квадратов

ответ: Не применим метод наименьших квадратов

ответ: Метод максимального правдоподобия

ответ: Не применим метод максимального правдоподобия

Задание 14. Основные методы параметрического оценивания линейных импульсных систем

ответ: Минимум ошибки прогнозирования

ответ: Метод наименьших квадратов

ответ: Максимум апостериорной вероятности

ответ: Корреляция ошибки прогноза с прошлыми данными

Задание 15. В каком случае применяется метод инструментальных переменных при оценивании параметров линейных импульсных систем

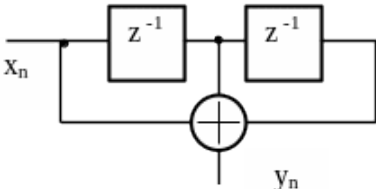
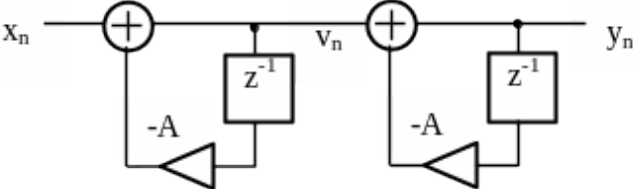
ответ: При наличии корреляции между шумами и входными переменными

ответ: При зависимой последовательности шумов

ответ: При независимой последовательности шумов

ответ: При отсутствии связи между шумами и входными переменными

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ПК-8: способностью руководить коллективами разработчиков аппаратных и (или) программных средств и экспертных систем поддержки принимаемых решений при управлении техническими объектами	Обучающийся умеет: получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на ЭВМ для промышленных объектов управления.
<p>Задание 16. Сигнал, описываемый функцией <math>x(t) = 2 \cos(2\pi t) \cdot \pi \cdot t</math>, подвергнут дискретизации так, что на одном периоде данного периодического сигнала располагается 8 интервалов дискретизации. Записать дискретную функцию <math>x(n)</math>.</p> <p>Задание 17. Найти z-преобразование дискретного сигнала, где <math>x1_n = \{-1; 0; -5; 1\}</math>, <math>x2_n = \{2; 2; -2; -2\}</math></p> <p>Задание 18. Найти z-преобразование знакопостоянной убывающей дискретной экспоненты</p> $x_n = \begin{cases} a^n, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases}, \text{ где } a < 0$ <p>Задание 19. Выразите Z –преобразование <math>Y(z)</math> выходного сигнала <math>y_n</math> фильтра рисунка 2.6 через Z –преобразование <math>X(z)</math> входного сигнала <math>x_n</math>.</p>  <p>Задание 20. Выразите Z –преобразование <math>Y(z)</math> выходного сигнала <math>y_n</math> фильтра рисунка 2.9 через Z –преобразование <math>X(z)</math> входного сигнала <math>x_n</math>.</p> 	
Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ПК-8: способностью руководить коллективами разработчиков аппаратных и (или) программных средств и экспертных систем поддержки принимаемых решений при управлении техническими объектами	Обучающийся владеет: методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций, методами синтеза цифровых регуляторов, методами моделирования цифровых систем управления на ЭВМ, анализа качества и устойчивости ЦСУ.

- Задание 21. Провести цифровое моделирование промышленных объектов с использованием метода дискретно-аналогового моделирования.
- Задание 22. Провести цифровое моделирование параметрически оптимизируемого регулятора с использованием метода дискретно-аналогового
- Задание 23. Провести цифровое моделирование замкнутой системы управления с использованием метода дискретно-аналогового моделирования. Применение различных методов настройки регулятора.
- Задание 24. Исследовать влияния параметров дискретизации по уровню и времени регулятора на качество управления.
- Задание 25. Выполнить цифровую реализацию непрерывного регулятора.

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (Зачёт)

1. Развитие управляющей вычислительной техники и возможностей реализации ЦСУ разного уровня.
2. Представление сигналов в цифровом виде.
3. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени.
4. Z - преобразование, его основные свойства и область применения, дискретные передаточные функции цифровых систем управления и их свойства, полюса дискретной передаточной функции и анализ устойчивости ЦСУ.
5. Преобразование цифрового сигнала в непрерывный, экстраполяторы их физический смысл, виды и свойства.
6. Дискретные передаточные функции компьютерного моделирования ЦСУ.
7. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей.
8. Влияние недокомпенсации.
9. Параметрически - оптимизируемые регуляторы их особенности и правила настройки.
10. Использование цифровых методов для непрерывных систем.
11. Использование цифровых методов для стандартных регуляторов.
12. Использование цифровых методов для П регулятора в ЦСУ.
13. Использование цифровых методов для ПИ регулятора в ЦСУ.
14. Представление непрерывного ПИД регулятора в цифровом виде, реакция цифрового ПИД регулятора на единичное воздействие, модификации цифрового ПИД регулятора.
15. Использование метода цифровой параметрической оптимизации.
16. Компенсационные регуляторы, методика синтеза и особенности.
17. Метод динамической компенсации непрерывных систем.
18. Цифровой метод динамической компенсации.
19. Регулятор Далина.
20. Регулятор Острёма.
21. Регулятор Калмана.
22. Аперидический регулятор без запаздывания.
23. Аперидический регулятор повышенного порядка.
24. Аперидические регуляторы при наличии запаздывания, методика синтеза и особенности.
25. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ.
26. Преобразование непрерывного сигнала в цифровой, основные свойства цифрового сигнала (влияние дискретизации по времени и уровню, эффект транспонирования частот).
27. Получение рекуррентных соотношений методом дискретно-аналогового моделирования.
28. Регуляторы с конечным временем установления (аперидические), методика синтеза и особенности.
29. Проблема выбора интервалов дискретизации в ЦСУ и методы ее решения.
30. Особенности компьютерного моделирования ЦСУ.
31. Цифровые фильтры и их применение в ЦСУ.
32. Особенности использования ИМ постоянной скорости в ЦСУ.
33. Особенности использования ИМ пропорциональной скорости в ЦСУ.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

#### Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

#### Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

**«Зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*
- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*
- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

#### Критерии формирования оценок по зачету

**«Зачтено»** - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.