

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Теория автоматического управления 2**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В.
Меркурьев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-11 способностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов

2. ПК-12 готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-4 Расчетное задание №4: «Построение системы управления нелинейной САУ» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 Расчетное задание № 1: «Фазовые портреты нелинейных систем» (Расчетно-графическая работа)

2. КМ-2 Расчетное задание № 2: «Метод гармонической линеаризации» (Расчетно-графическая работа)

3. КМ-3 Расчетное задание № 3: «Методы управления мобильным манипуляционным роботом KUKA» (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	10	14	16
Основы метода пространства состояний					
Основы метода пространства состояний			+	+	+
Математические модели нелинейных САУ					
Математические модели нелинейных САУ		+	+	+	+

Анализ устойчивости нелинейных САУ				
Анализ устойчивости нелинейных САУ		+	+	
Основы управления нелинейными системами				
Основы управления нелинейными системами	+			
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-11	ПК-11(Компетенция)	Знать: принципы математического описания САУ в пространстве состояний параметры и характеристики различных схем управления робототехническими и мехатронными системами Уметь: проводить синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств, вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств	КМ-1 Расчетное задание № 1: «Фазовые портреты нелинейных систем» (Расчетно-графическая работа) КМ-2 Расчетное задание № 2: «Метод гармонической линеаризации» (Расчетно-графическая работа) КМ-3 Расчетное задание № 3: «Методы управления мобильным манипуляционным роботом KUKA» (Расчетно-графическая работа)
ПК-12	ПК-12(Компетенция)	Знать: математические основы и подходы к линеаризации объектов автоматического регулирования	КМ-2 Расчетное задание № 2: «Метод гармонической линеаризации» (Расчетно-графическая работа) КМ-3 Расчетное задание № 3: «Методы управления мобильным манипуляционным роботом KUKA» (Расчетно-графическая работа) КМ-4 Расчетное задание №4: «Построение системы управления

		Уметь: проводить моделирование и анализ переходных процессов систем управления проводить расчёт и выбор исполнительных элементов, вести анализ устойчивости, точности и качества процессов управления, проводить регулировочные расчёты	нелинейной САУ» (Расчетно-графическая работа)
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 Расчетное задание № 1: «Фазовые портреты нелинейных систем»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа, предусматривает анализ нелинейных систем автоматического управления и построение логарифмических частотных характеристик. Варианты заданий работы выбираются по таблице в соответствии с порядковым номером студента в журнале группы.

Краткое содержание задания:

Пример задания.

На рисунке 1.1 приведена структура САУ, состоящая из объекта регулирования 1, исполнительного устройства 2, усилителя - регулятора 3, измерительного преобразователя 4 и элемента сравнения. Дифференциальные уравнения элементов приведены в таблице 1.1

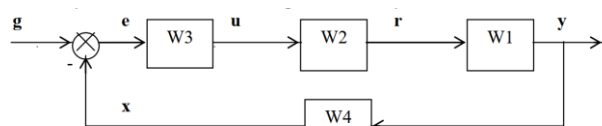


Рисунок 1.1

Таблица 1.1 - Варианты

Вариант	Звено	Дифферен
1	W1	$0,1dy / dt +$
	W2	$0,05dr / dt$
	W3	$0,01d^2u / d$
	W4	$x = 0,02y$
2	W1	$0,04d^2y / d$
	W2	$0,1dr / dt +$
	W3	$du / dt = 25$
	W4	$x = 0,1y$
3	W1	$0,2d^2y / dt$
	W2	$0,1dr / dt +$
	W3	$0,1du / dt +$
	W4	$x = 0,025y$

1. Определить положения равновесия,

$$\begin{cases} ax + by = \\ cx + dy = \end{cases}$$
2. Найти собственные значения матрицы уравнение:

$$\lambda^2 - (a + d)\lambda + ad$$
3. Определить тип точки покоя и сделать
4. Найти уравнения главных изоклин построить их на фазовой плоскости.
5. Если положение равновесия является траектории, которые лежат на координат.
6. Нарисовать фазовые траектории.
7. Определить направление движения стрелками на фазовом портрете.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: параметры и характеристики различных схем управления робототехническими и мехатронными системами	1.1 Что такое нелинейная динамическая система? 2 Какими свойствами обладает нелинейная динамическая система? Чем они отличаются от свойств линейной системы? 3 Какие виды статических нелинейных характеристик сил существуют в технологических системах? Привести примеры. 4 В чем заключается принцип экспериментального определения характеристики силы сопротивления? 5 Как составить имитационную модель нелинейной силы в программном пакете VisSim?
---	--

	6 Как установить факт наличия инерционности у нелинейной характеристики силы (запаздывания выходного параметра относительно входного)? 7 Какие стандартные блоки в программном пакете VisSim позволяют создать нелинейность с однозначной характеристикой силы? 8 Назовите методы моделирования нелинейной динамики механического диссипативного осциллятора. 9 Объясните, как в модели механического диссипативного осциллятора амплитуда собственных колебаний зависит от начальных условий интеграторов?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. КМ-2 Расчетное задание № 2: «Метод гармонической линеаризации»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выполняют расчетно-графическую работу, которая предусматривает определение устойчивости, наличия автоколебаний и их параметров, вида переходного процесса нелинейной САУ. Работа выполняется в соответствии с методическими указаниями по самостоятельной работе

Краткое содержание задания:

Рассматривается замкнутая система с одним нелинейным элементом.

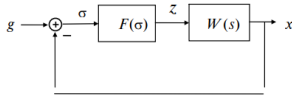


Рис. 1

Изучается свободное движение системы, т.е. движение при ненулевых начальных условиях в отсутствие входного сигнала ($g(t) \equiv 0$).

При отсутствии внешних воздействий свободное движение линейной системы может быть периодическим, если корни характеристического уравнения чисто мнимые. Однако практически такие движения не реализуются, так как малейшее изменение параметров системы приводит к тому, что колебания становятся либо затухающими, либо расходящимися, поскольку появляются отрицательные или положительные действительные части у корней характеристического уравнения.

В отличие от линейных систем в нелинейных системах управления при отсутствии внешних воздействий возможны устойчивые периодические движения, которые принято называть **автоколебаниями**.

На фазовой плоскости автоколебаниям соответствует устойчивый предельный цикл, где x , $y = \dot{x}$ – выходной сигнал и его производная.

Пусть известны:

- а) характеристика $F(\sigma)$ нелинейного элемента;
- б) передаточная функция $W(s)$ линейной части системы.

Требуется определить:

- а) возможны ли в системе автоколебания?
- б) параметры автоколебаний: амплитуду a_H и частоту ω_H предельного цикла, если ответ на первый вопрос положительный.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы математического описания САУ в пространстве состояний	1. • 1. Что такое нелинейная система? • 2. Что означает понятие «несущественная нелинейность»? • 3. Чем отличаются нелинейные элементы с гладкой и кусочно-нелинейной характеристиками? • 4. Какие характеристики называются гистерезисными? • 5. Чем характеризуется релейная характеристика? • 6. Какие существуют методы исследования нелинейных систем? • 7. В чем состоит метод фазовой плоскости? • 8. Чем отличаются фазовые портреты линейных и нелинейных систем? • 9. Что такое устойчивый и неустойчивый предельные циклы? • 10. Как исследуются нелинейные СЛУ методом точечных преобразований? • 11. Как пользоваться критерием абсолютной устойчивости В. И. Попова? • 12. В чем заключается сущность метода гармонической линеаризации?
Уметь: проводить моделирование и анализ переходных процессов систем управления	1. • 1. Что такое нелинейная система? • 2. Что означает понятие «несущественная нелинейность»? • 3. Чем отличаются нелинейные элементы с гладкой и кусочно-нелинейной характеристиками? • 4. Какие характеристики называются гистерезисными? • 5. Чем характеризуется релейная характеристика? • 6. Какие существуют методы исследования нелинейных систем? • 7. В чем состоит метод фазовой плоскости? • 8. Чем отличаются фазовые портреты линейных и

	нелинейных систем? • 9. Что такое устойчивый и неустойчивый предельные циклы? • 10. Как исследуются нелинейные СЛУ методом точечных преобразований? • 11. Как пользоваться критерием абсолютной устойчивости В. И. Попова? • 12. В чем заключается сущность метода гармонической линеаризации?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. КМ-3 Расчетное задание № 3: «Методы управления мобильным манипуляционным роботом KUKA»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа, предусматривает методы управления мобильным манипуляционным роботом KUKA. Варианты заданий работы выбираются по таблице в соответствии с порядковым номером студента в журнале группы.

Краткое содержание задания:

Figure 1 Кинематическая схема робота-манипулятора

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические основы и подходы к линеаризации объектов автоматического регулирования	1.1 Назовите виды корректирующих устройств. 2 Дайте определение жесткой и гибкой корректирующих обратных связей (ОС). 3 Поясните влияние жестких и гибких корректирующих ОС на апериодическое звено. 4 Поясните влияние жестких и гибких корректирующих ОС на интегрирующее звено. 5 Каков физический смысл введения производных от сигнала рассогласования в алгоритм управления? 6 Особенности коррекции САУ с помощью
--	--

	последовательных интегрирующих устройств. 7 Дайте характеристику интегро - дифференцирующих корректирующих устройств. 8 Приведите передаточную функцию и характеристики изодромного корректирующего звена. 9 Чему равна передаточная функция пассивного четырехполюсника постоянного тока? 10 Как определить передаточную функцию активных четырехполюсников постоянного тока? 11 Укажите порядок синтеза последовательных корректирующих устройств. 12 Назовите особенности синтеза параллельно-встречных корректирующих устройств.
Уметь: проводить синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств, вести разработку алгоритмов и программных средств реализации корректирующих устройств	1.1. Запишите уравнение статического равновесия: а) для трехзвенного манипулятора, содержащего только поступательные кинематические пары; б) для трехзвенного манипулятора, содержащего только пары вращения; в) для шестизвенного манипулятора типа PUMA-560, у которого первые три пары вращательные, а три последующие – поступательные. 2. На основе уравнений (5.13), (5.14) составьте общее уравнение рекурсии для определения сил и моментов μ, когда манипулятор имеет как поступательные, так и вращательные пары. 3. Напишите соотношение, определяющее силу реакции и момент реакции опоры манипулятора: а) имеющего три вращательные пары, образованные звеньями, расположенными в одной плоскости; б) имеющего кинематическую схему типа SCARA. 4. Составьте алгоритм вычисления сил и моментов в реакции звеньев манипулятора, имеющего плоскую трехзвенную конструкцию с вращательными парами, если заданы значения обобщенных координат, т. е. текущее положение манипулятора. 5. Составьте алгоритм вычисления эллипсов развиваемых сил для плоского двухзвенного манипулятора. 6. Поясните, для решения каких практических задач можно использовать эллипсоиды развиваемых манипулятором сил. 7. Запишите рекуррентные соотношения, позволяющие вычислить силы и моменты инерции одновременно с компонентами скоростей и ускорений. 8. Сформулируйте первую и вторую задачи динамики применительно к манипуляционному механизму. 9. Запишите уравнения кинетостатики для плоского трехзвенного механизма с вращательными парами. 10. Запишите уравнение кинетостатики для трехзвенного механизма с поступательными парами,

	работающего в декартовой системе координат. 11. Запишите блочные матрицы А, В, v J для механизмов, рассмотренных в п. 11 и 12.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. КМ-4 Расчетное задание №4: «Построение системы управления нелинейной САУ»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Полностью оформленная, правильно выполненная расчетно-графическая работа подписывается руководителем и допускается к защите. Защита расчетно-графической работы осуществляется в форме краткого доклада студента о выполненном учебном задании и ответов на вопросы преподавателя.

Краткое содержание задания:

Свободное движение нелинейной системы автоматического регулирования описывается уравнением:

$$a \frac{dy}{dt} + by^2 = 0.$$

Построить фазовую траекторию линейной САУ и исследовать на устойчивость при различных начальных условиях. Значения параметров a и b приведены в табл. 9.

Таблица 9

Коэффициенты нелинейного уравнения

Исходные данные	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	1	1,2	1,5	2	2,5	3	0,5	1,8	0,8	4
b	-1	1	-0,5	1,5	-1,5	-2	1	2	1,5	-4

1

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить расчёт и выбор исполнительных элементов, вести анализ устойчивости, точности и качества процессов управления, проводить регулировочные расчёты	1.1.Использование дифференциальных и операторных уравнений при описании систем автоматического управления. Основные свойства преобразования Лапласа 2.Передаточные функции систем автоматического управления 3.Принципы линеаризации систем автоматического управления
--	---

	4.Метод гармонической линеаризации нелинейных звеньев 5.Методы определения параметров автоколебаний 6.Оценка точности систем автоматического управления. Статические и астатические системы
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № <u>1</u>	Утверждаю: Зав. кафедрой « » _____ 2019 г.
	Кафедра: РМДнПМ	
	Дисциплина: ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	
Институт электродинамики		

1. Какие частотные характеристики используются для исследования систем? Почему ЛЧХ нашли большое применение в инженерной практике?

Задача 1.

Система имеет нуль -3 , комплексные сопряженные полюсы. Примеры решения задач по теории автоматического управления и коэффициент усиления $k = 5$. Определить ПФ системы после ее замыкания единичной ООС.

Задача 2.

Используя преобразование Лапласа, найти оригинал реакции на воздействие e^{-2t} системы с ПФ $W(s) = 4e^{-s}/(s+2)$.

Процедура проведения

Экзамен проводится письменно. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Время отведенное на подготовку 2 часа.

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

1. Компетенция/Индикатор: ПК-11(Компетенция)

Вопросы, задания

1. Вопросы к экзамену
- 1 Что изучает теория управления? Определите понятия управление и объект управления. Назовите виды автоматических устройств.
- 2 Перечислите принципы управления и поясните их. Что представляет собой закон управления?
- 3 По каким признакам классифицируются системы управления? Каково назначение регулятора в системе?
- 4 Дайте классификацию систем по виду задающего воздействия. Назовите необходимые и достаточные условия линейности систем.
- 5 Что представляет собой система управления? Перечислите основные элементы системы автоматического управления
- 6 Каково назначение математического описания систем? Что представляет собой условие физической реализуемости системы?
- 7 Что такое динамика системы? Чем отличается математическое описание динамики системы от описания ее статики?

- 8 Каким образом линеаризуются дифференциальные уравнения? Назовите формы записи линеаризованных уравнений.
- 9 Каким образом перейти к первой форме записи дифференциального уравнения звена? Как в этом случае называются коэффициенты? Как перейти от дифференциального уравнения к операторному?
- 2.10 Дайте определение передаточной функции. Как по дифференциальному уравнению звена найти его передаточную функцию?
- 11 Что такое динамическое звено и его характеристика? Дайте определение основных характеристик.
- 12 Какие частотные характеристики используются для исследования систем? Почему ЛЧХ нашли большое применение в инженерной практике?
- 13 По каким признакам классифицируются типовые динамические звенья? Перечислите группы основных типов звеньев.
- 14 Что представляет собой структурная схема системы управления? Какие способы соединений звеньев используются в системах?
- 15 Как находятся передаточные функции смешанных соединений звеньев?
- 16 Каким образом строятся логарифмические частотные характеристики разомкнутой цепи звеньев? Постройте ЛЧХ типовых звеньев.
17. Дайте определение устойчивости системы с физической и математической точек зрения. Какой характер имеет переходный процесс в устойчивой и неустойчивой системах? Сформулируйте необходимое условие устойчивости.
18. Что такое критерии устойчивости? Что такое граница устойчивости? Каким образом при этом расположены корни характеристического уравнения системы на плоскости комплексного переменного?
19. Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица. Каким образом по критерию Гурвица определяются границы устойчивости?
20. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста. Что такое запасы устойчивости? Каким образом они определяются по АФЧХ разомкнутой системы? Как определяются запасы устойчивости по ЛЧХ?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как определить предельный коэффициент усиления по амплитудно-фазовой характеристике

Ответы:

1. $K_{пред} = A_{pi}/K$
2. $K_{пред} = K/A_{pi}$
3. $K_{пред} = K/(\text{частота среза})$
4. $K_{пред} = (\text{частота среза})/(\text{запас устойчивости по фазе})$

Верный ответ: 2

2. При каком соотношении порядка астатизма и порядка степенного сигнала ошибка от управляющего сигнала является конечной

Ответы:

1. Порядок астатизма больше степени t
2. Порядок астатизма меньше степени t
3. Порядок астатизма равен степени t
4. От порядка астатизма ошибка не зависит
5. Ошибка не зависит от степени t

Верный ответ: 3

3. Как получить дискретную передаточную функцию из непрерывной

Ответы:

1. $W(p) \rightarrow W^*(p)$

$$2. W(p) - w[mT] - W^*(p)$$

$$3. W(p) - w(t) - W^*(p)$$

$$4. W(p) - w(t) - w[mT] - W^*(p)$$

Верный ответ: 4

4. Что такое разностное уравнение и как оно используется для получения временных сигналов в импульсной системе

Ответы:

1. $y[lT] = a_1 * y[(l-1)T] + a_2 * y[(l-2)T] + \dots + a_n * y[(l-n)T] + b_0 * u[lT] + b_1 * u[(l-1)T] + \dots + b_n * u[(l-n)T]$, рекуррентно

2. $y[lT] = a_1 * y[(l-1)T] + a_2 * y[(l-2)T] + \dots + a_n * y[(l-n)T]$, рекуррентно

3. $y[lT] = b_0 * u[lT] + b_1 * u[(l-1)T] + \dots + b_n * u[(l-n)T]$, итерационно

Верный ответ: 1

2. Компетенция/Индикатор: ПК-12(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.21. Дайте понятие качества работы системы управления. Чем оно определяется? Что представляют собой критерии качества?
22. Как производится оценка точности работы систем? Чему равны первые два коэффициента ошибок в системах с астатизмом первого и второго порядков?
23. Определите показатели качества переходного процесса и частотные показатели, поясните их физический смысл. Поясните связь частотных показателей качества работы системы с частотными характеристиками разомкнутой цепи.
24. Что представляют собой корневые оценки качества? В чем удобство и недостатки интегральных критериев качества? Каким образом экспериментальным путем можно оценить качество работы системы?
25. Какова роль моделирования систем управления? Перечислите общие методы повышения точности систем управления. Поясните их.
26. Дайте понятие астатических систем управления. Каким образом определяется степень астатизма? В чем преимущество повышения степени астатизма системы с помощью изодромных устройств?
27. Какая система является инвариантной по отношению к внешним воздействиям? Для каких целей используются неединичные главные обратные связи?
28. Что понимается под комбинированным управлением? Как определяются передаточные функции компенсирующих устройств в комбинированных системах?
29. Сформулируйте понятие чувствительности систем управления. Каким образом можно получить уравнения чувствительности? Что представляют собой функции чувствительности и коэффициенты чувствительности?
- 2.30. Сформулируйте определение дискретных систем. Какова структура и классификация импульсных систем? Расскажите о математическом аппарате исследования импульсных систем.
31. Сформулируйте теорему Котельникова-Шеннона. Поясните ее физический смысл и практическое значение при проектировании дискретных систем. Поясните методы определения передаточных функций импульсных систем. Каковы особенности передаточных функций статических и астатических систем?
32. Каким образом определяются частотные характеристики импульсных систем?
33. Какими способами определяются переходные процессы в дискретных системах?
34. Сформулируйте условия устойчивости импульсных систем. Каким образом оценивается точность работы импульсных систем?
35. Каков порядок синтеза цифровых систем? Перечислите методы определения передаточных функций корректирующих устройств. Укажите виды структурных схем цифровых фильтров. Запишите стандартную форму уравнений в пространстве

- состояний. Поясните физический смысл уравнений
36. Сформулируйте определение и приведите классификацию нелинейных систем. Перечислите особенности нелинейных систем. Каковы основные методы исследования и расчета нелинейных систем, применяемые в инженерной практике?
37. Расскажите о прямом методе Ляпунова. Объясните определение абсолютной устойчивости нелинейных систем по методу В.М.Попова.
38. В чем сущность метода гармонической линеаризации нелинейных характеристик? Поясните исследование нелинейных систем на фазовой плоскости.
39. Какие средства применяются для коррекции нелинейных систем? Что означает вибрационная компенсация нелинейностей?
40. В каких случаях в нелинейной системе возникает скользящий режим? Как построить систему оптимальную по быстродействию?
41. Что такое статистическая линеаризация нелинейных характеристик? Как она осуществляется?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Можно ли получить сигнал делением числителя на знаменатель в его дискретном представлении?

Ответы:

1. Нельзя
2. Можно

Верный ответ: 2

2. Частотные характеристики можно получить из

Ответы:

1. функции Хевисайда
2. дельта-функции
3. передаточной функции

Верный ответ: 3

3. Какая ошибка называется статической, кинетической, ошибкой по ускорению

Ответы:

Ответы:

1. При подаче единичного импульсного сигнала, единичной ступенчатой функции, линейно возрастающего сигнала
2. При подаче постоянного сигнала, линейно возрастающего сигнала, гармонического сигнала
3. При подаче единичной ступенчатой функции, линейно возрастающего сигнала, квадратичного сигнала
4. При подаче нулевого сигнала, возрастающего и гармонического

Верный ответ: 3

4. Выведите формулу дискретного преобразования Лапласа от единичной ступенчатой функции, экспоненты, линейно возрастающего сигнала

Ответы:

1. $1/(1-\exp(-pT)), k/(1-\exp(-pT)\exp(T/T_1)), T\exp(-T)/(1-\exp(-pT)) \sim 2$
2. $1/(1-\exp(-pT)), k/(1-\exp(-pT)\exp(-T/T_1)), T*\exp(-pT)/(1-\exp(-pT)) \sim 2$
3. $\exp(pT)/(\exp(pT)-1), k*\exp(pT)/(\exp(pT)-\exp(-T/T_1)), \exp(pT)/(\exp(pT)-1) \sim 2$
4. $1/\exp(pT), \exp(T/T_1)/(\exp(pT)-1) \sim 2, \exp(pT)/(\exp(pT)-1) \sim 2$

Верный ответ: 2

5. Найти ошибку, возникающую при воздействии заданных сигналов управления и возмущения

Ответы:

1. 0

2. бесконечность

3. 1

4. 1/2

5. 1/3

Верный ответ: 4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»