

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»



Институт текстильной индустрии и моды

Кафедра мехатроники и радиоэлектроники

Теория дискретных систем автоматического управления

*Рабочая программа
Задание на контрольную работу*

Иваново 2020

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (профиль: Системы автоматизации технологических процессов и производств) по заочной форме обучения, и имеют своей целью помочь им в овладении дисциплиной “Теория дискретных систем автоматического управления”.

Содержат рабочую учебную программу и задания на контрольную работу.

Составитель д-р техн. наук, проф. Н.А. Кулида

Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины “Теория дискретных систем автоматического управления” является овладение методологией автоматического управления, принципами математического и имитационного моделирования дискретных автоматических систем управления, методами их анализа и синтеза, а также методами экспериментальных исследований.

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы и математическое описание дискретных систем, их элементов и преобразователей.

Содержание. Виды дискретных систем. Математический аппарат исследования дискретных систем. Решетчатые функции и их свойства.

Раздел 2. Квантование сигналов в дискретных САУ.

Содержание. Теорема Котельникова. Виды квантования по времени. Линейные импульсные системы. Амплитудно-импульсная, широтно-импульсная, время-импульсная модуляция. Помехозащищенность дискретных систем. Квантование по времени и по уровню.

Раздел 3. Цифровые системы.

Содержание. Идеальный квантователь. Цифроаналоговый преобразователь. Экстраполяторы нулевого и первого порядка. Прохождение сигналов через дискретные САУ.

Раздел 4. Z-преобразование и его применение для анализа и синтеза дискретных САУ.

Содержание. Z-преобразования простых функций. Таблица Z-преобразований. Свойства Z-преобразования. Z-передаточная функция разомкнутой системы. Методы определения обратного Z-преобразования. Метод разложения в степенной ряд. Метод разложения на простые дроби. Использование формулы обращения.

Раздел 5. Передаточные функции дискретных систем.

Содержание. Передаточная функция разомкнутой системы. Передаточная функция и структурная схема замкнутой САУ. Определение реакции замкнутой дискретной САУ. Переходные функции системы 2-го порядка. Сравнение переходных функций непрерывной и дискретной системы 2-го порядка.

Раздел 6. Устойчивость дискретных систем.

Содержание. Анализ устойчивости на Z-плоскости. Устойчивость замкнутой дискретной САУ 2-го порядка. Характеристическое уравнение и его корни. Зависимость устойчивости дискретной системы 2-го порядка от коэффициента усиления. Определение значения коэффициента усиления, соответствующего границе устойчивости дискретной системы.

Раздел 7. Качество дискретных систем.

Содержание. Качество дискретных систем 2-го порядка. Корневой годограф цифровых систем управления. Построение корневого годографа для дискретной системы с заданной ПФ в MatLab. Анализ цифровых систем управле-

ния с помощью MatLab Анализ дискретных САУ с помощью MatLab. Переход от непрерывных моделей к дискретным моделям САУ и обратно с помощью функций MatLab c2d и d2c. Получение переходной характеристики дискретной системы.

Раздел 8. Синтез цифровых регуляторов.

Содержание. Метод синтеза цифрового регулятора. Реализация цифрового ПИД-регулятора. Синтез цифрового регулятора САУ с помощью MatLab.

а) основная литература:

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2006. – 752 с. –URL:

http://publ.lib.ru/ARCHIVES/B/BESEKERSKY_Viktor_Antonovich/Besekerskiy_V.A..html

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Т1. Линейные системы / Д. П. Ким, – М.: Физматлит, 2007 – 312 с. –URL:

<http://en.bookfi.net/book/445856>

3. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления / В.Я. Ротач. – 5-е изд. перераб. и доп. – Издательский дом МЭИ, 2008. – 396 с. –URL:

<http://en.bookfi.net/book/717776>

б) дополнительная литература:

1. Егоров, А.И. Основы теории управления. – М.: Физматлит., 2004. – 504 с. – ISBN 5-9221-0543-4. –URL: <http://en.bookfi.net/book/445842>

2. Кулида, Н.А. Исследование линейных систем автоматического управления и их элементов с помощью вычислительной системы MATLAB (версия 6.5). – Иваново: ИГТА, 2005. – 40 с.

3. Кулида, Н.А. Применение пакета Simulink 5 вычислительной системы MATLAB (версия 6.5) для моделирования элементов систем автоматического управления. – Иваново: ИГТА, 2005. – 68 с.

Программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое)

Лицензионное программное обеспечение вуза:

Microsoft Windows, Microsoft Office.

MathWorks MATLAB R2015b. Академическая электронная лицензия от 24.12.2015

Adobe Acrobat Professional 11. Договор № S-4261850/M18 от 19.01.2015, Лицензия №13054146 от 02.02.2015.

Доступ к электронно-библиотечной системе и произведениям. Договор ЕП-1/2019 от 09.01.2019

Свободно распространяемое:

Программный пакет Moodle.

360 Total Security.

Прикладное программное обеспечение: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox.

г) современные профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Интернет-ресурсы:

– <https://lektsii.org/3-86131.html> - перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы;

– <http://www.kodges.ru/> - тексты книг по электротехническим дисциплинам бесплатного перекачивания;

д) ресурсы электронно-информационной образовательной среды университета по дисциплине «Теория линейных непрерывных САУ»

<https://lib.ivgpu.com/> - Электронная библиотека ИВГПУ.

Кафедра института текстильной индустрии и моды:

<https://ivgpu.com/ob-universitete/instituty/itim/kafedry-itim> .

Портал электронного образования *E-learning*

<https://moodle.ivgpu.com/> для дистанционного обучения по дисциплине «Теория линейных непрерывных САУ».

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Номера вариантов для выполнения контрольной работы

Номер варианта	Номера задач
1	1, 13, 18
2	2, 14, 19
3	3, 15, 20
4	4, 16, 21
5	5, 17, 22
6	6, 18, 23
7	7, 19, 24
8	8, 20, 25
9	9, 21, 26
10	10, 22, 27
11	11, 23, 28
12	12, 24, 29
13	13, 25, 30
14	9, 13, 22
15	8, 12, 21
16	7, 11, 20
17	6, 10, 19

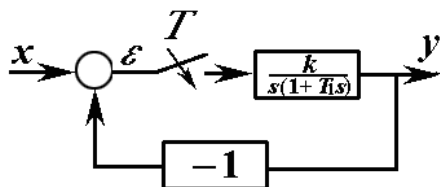
Задачи

Математическое описание дискретных САУ

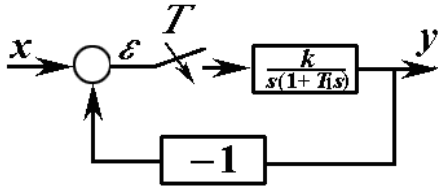
1. Выполнить z -преобразование для функции времени, изображение Лапласа которой имеет вид $L\{f(t)\} = \frac{k}{s(1+T_1s)}$.
2. Выполнить z -преобразование для функции времени, изображение Лапласа которой имеет вид $L\{f(t)\} = \frac{k}{s^2(1+T_1s)}$.
3. Выполнить z -преобразование для функции времени, изображение Лапласа которой имеет вид $L\{f(t)\} = \frac{k(1+T_1s)}{(1+T_2s)}$.
4. Выполнить z -преобразование для функции времени, изображение Лапласа которой имеет вид $L\{f(t)\} = \frac{k(1+T_1s)}{s(1+T_2s)}$.
5. Найдите z -изображение для решетчатой функции $x[nT] = \begin{cases} 1 & \text{при } nT \geq 0, \\ 0 & \text{при } nT < 0. \end{cases}$
6. Найдите z -изображение для решетчатой функции $x[nT] = e^{-anT}$.
7. Найдите разность второго порядка для решетчатой функции $x[n] = an$.
8. Найдите разность третьего порядка для решетчатой функции $x[n] = an^2$.
9. Найдите разность третьего порядка для решетчатой функции $x[n] = an^3$.
10. Для заданной решетчатой функции определить значения конечных разностей.
11. Написать разностное уравнение, связывающие выходную координату $y[nT]$ и входное воздействие $f[nT]$ импульсной системы, заданной передаточной функцией $W(z) = \frac{b_1z + b_2}{a_0z^2 + a_1z + a_2}$.
12. Дано разностное уравнение:
 $y[k+2] - 5y[k+1] + 6y[k] = 1$. Найти $y(z)$.

Структурные схемы и передаточные функции дискретных САУ

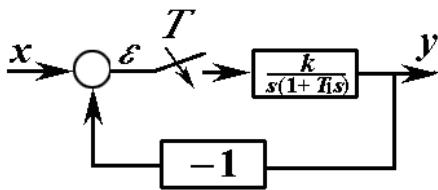
13. Для импульсной системы, структурная схема которой показана на рисунке, найдите передаточную функцию разомкнутой системы. Импульсный элемент генерирует короткие прямоугольные импульсы длительностью νT .



14. Для импульсной системы, структурная схема которой показана на рисунке, найдите передаточную функцию замкнутой системы относительно выходной величины y . Импульсный элемент генерирует короткие прямоугольные импульсы длительностью νT .



15. Для импульсной системы, структурная схема которой показана на рисунке, найдите передаточную функцию замкнутой системы относительно ошибки ε . Импульсный элемент генерирует короткие прямоугольные импульсы длительностью νT .



16. Найти аналитические выражения для логарифмических частотных характеристик импульсной системы с экстраполятором нулевого порядка и периодом дискретности импульсного элемента $T = 4$ с, передаточная функция непрерывной части которой

$$W_{нч}(s) = \frac{k(1 + 25s)}{s^2(1 + 0,5s)(1 + 0,3s)}$$

17. Найти аналитические выражения для логарифмических частотных характеристик импульсной системы с экстраполятором нулевого порядка и периодом дискретности импульсного элемента $T = 4$ с, передаточная функция непрерывной части которой

$$W_{нч}(s) = \frac{k(1 + 25s)}{s(1 + 0,5s)(1 + 0,3s)}$$

Устойчивость дискретных САУ

18. Определите устойчивость замкнутой импульсной системы с передаточной функцией

$$\Phi(z) = \frac{0,11}{z^2 - 17,8z + 0,89}$$

19. Определите устойчивость импульсной системы с характеристическим уравнением

$$z^3 + z^2 + z + 1 = 0$$

20. Определите устойчивость импульсной системы с характеристическим уравнением

$$z^3 - 1,014456 z^2 + 0,302017 z - 0,00506 = 0$$

21. Определите устойчивость импульсной системы с характеристическим уравнением

$$z^3 - 1,03z^2 - 1,32z + 0,0044 = 0$$

22. Определите устойчивость импульсной системы с характеристическим уравнением

$$z^2 + 2z + 3 = 0$$

23. Определите устойчивость импульсной системы с характеристическим уравнением $z^3 - 1,545z^2 + 0,607z - 0,0613 = 0$.

24. Определите устойчивость импульсной системы с характеристическим уравнением $z^3 - 2,221z^2 + 1,695z - 0,474 = 0$.

25. Определите устойчивость замкнутой импульсной системы, если ее разомкнутая передаточная функция

$$W(z) = \frac{0,636z(z - 0,0185)(z - 0,135)}{(z^2 - 1)(z + 0,05)(z + 0,516)}$$

26. Определите устойчивость замкнутой импульсной системы, если ее разомкнутая передаточная функция

$$W(z) = \frac{0,0013(z - 0,983)(z + 0,861)}{(z - 1)(z - 0,997)(z - 0,51)}$$

27. Определите устойчивость замкнутой импульсной системы, если ее разомкнутая передаточная функция

$$W(z) = \frac{0,15z(z + 0,05)(z + 1,065)}{(z - 1)(z - 0,135)(z - 0,0185)}$$

28. Определите, при каких значениях коэффициента K импульсная система автоматического регулирования будет устойчивой в замкнутом состоянии, если разомкнутая передаточная функция

$$W(z) = \frac{0,632Kz}{z^2 - 1,368z + 0,368}$$

передаточная функция

Качество дискретных САУ

29. Определить коэффициенты ошибок по скорости, ускорению и производной ускорения для цифровой системы автоматического регулирования, имеющей передаточную функцию в разомкнутом состоянии в виде

$$W(z) = \frac{0,39z(z - 0,840)(z - 0,486)}{(z - 1)(z - 0,905)(z - 0,135)}$$

30. Передаточная функция замкнутой системы относительно выходной величины имеет вид

$$\Phi_{yg}(z) = \frac{0,1}{z^2 - 1,5z + 0,6}$$

Определить коэффициенты ошибок C_0 и C_1 , если период квантования $T = 0,1$ с.