**Курсовая работа для студентов заочного факультета**

1. **Линеаризация**
   1. Постройте линеаризованную модель для звена, которое описывается нелинейным дифференциальным уравнением (значения  определяются из [таблицы](#Table) по номеру варианта)



В номинальном режиме установившееся значение .

* 1. Определите установившееся значение .
  2. Постройте передаточную функцию линеаризованного звена. Как называется такое звено?
  3. Найдите импульсную характеристику (весовую функцию) этого звена.
  4. Решив полученное линейное дифференциальное уравнение, найдите переходный процесс на выходе линеаризованного звена при ступенчатом входном сигнале . Рекомендуется использовать блок Given и функцию odesolve пакета Mathcad.
  5. Постройте и сравните переходные процессы в линейной и нелинейной системе при ступенчатом входном сигнале . Также рекомендуется использовать средства пакета Mathcad.

1. **Разомкнутые системы**
   1. Определите, какие простейшие звенья можно выделить в составе звена с передаточной функцией (значения коэффициентов  и  определяются из [таблицы](#Table) по номеру варианта)

.

* 1. Чему равен коэффициент усиления этого звена в установившемся режиме?
  2. Является ли звено устойчивым? Почему?
  3. Является ли звено минимально-фазовым?
  4. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ этого звена с использованием средств пакета Mathcad.

Постройте в той же системе координат асимптотическую ЛАЧХ данного звена.

* 1. Какой наклон имеет ЛАЧХ на нулевой частоте? на больших частотах?
  2. Запишите модель этого звена в виде дифференциального уравнения.
  3. Запишите модель этого звена в пространстве состояний. Единственно ли такое представление? Используя его и функции rkfixed, Rkadapt или bulstoer пакета Mathcad, постройте график переходного процесса на выходе звена при ступенчатом входном сигнале .
  4. Сделайте обратный переход – от модели в пространстве состояний к передаточной функции.
  5. Используя преобразование Лапласа (вручную или применяя Mathcad) найдите переходную функцию этого звена. Постройте ее график и сравните его с графиком п. 2.8.

1. **Замкнутые системы**
   1. Пусть объект управления имеет передаточную функцию , регулятор – передаточную функцию , а измерительная система – передаточную функцию . Нарисуйте типовую блок-схему системы автоматического регулирования, обозначив задающий сигнал , сигнал управления , регулируемый сигнал , внешнее возмущение , сигнал обратной связи , сигнал ошибки .
   2. Предположив, что  и , постройте передаточные функции (ПФ):

 от входа  к выходу ;

 от входа  к выходу ;

 от входа  к выходу ;

 от входа  к выходу .

* 1. Используя критерий Гурвица, определите, при каких значениях  и  замкнутая система устойчива.
  2. Приняв , выберите  так, чтобы запас устойчивости по амплитуде был не менее 6 дБ, а запас по фазе – не менее 30o (используйте ЛАФЧХ разомкнутой системы без регулятора).
  3. Постройте переходный процесс на выходе при выбранном значении .
  4. Оцените время переходного процесса и перерегулирование, покажите их на графике.
  5. Является ли замкнутая система астатической? Почему?
  6. Используйте пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор) с передаточной функцией

 при .

С помощью критерия Гурвица определите, какие ограничения должны быть наложены на , чтобы система была устойчивой. Выберите коэффициент , обеспечивающий устойчивость замкнутой системы.

* 1. Постройте переходный процесс на выходе при выбранном регуляторе. Оцените время переходного процесса и перерегулирование, покажите их на графике.
  2. Постройте амплитудную частотную характеристику полученной замкнутой системы и определите показатель колебательности .
  3. Является ли замкнутая система астатической по возмущению? Почему?
  4. Постройте переходный процесс на выходе при  и ступенчатом возмущении .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1. 0 | 0.1 | 1. 0 | 0.5 | -0.1 | 1. 0 | 1. 0 | 5. 0 | 1. 0 |
| 2 | 1.1 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | -1.1 | 1.3 | 1.1 | 4.5 | 0.9 |
| 3 | 1.2 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | -0.2 | 1.2 | 1.2 | 4.2 | 0.8 |
| 4 | 1.3 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | -1.2 | 1.1 | 1.3 | 4. 0 | 0.9 |
| 5 | 1.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | -0.3 | 1. 0 | 1.4 | 3.5 | 1. 0 |
| 6 | 1.5 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | -1.3 | 1.1 | 1.5 | 3. 0 | 0.9 |
| 7 | 1.6 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | -0.4 | 1.2 | 1.6 | 2.5 | 0.8 |
| 8 | 1.7 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | -1.4 | 1.1 | 1.7 | 2.2 | 0.9 |
| 9 | 1.8 | 0.1 | 0.8 | 0.7 | -0.5 | 1. 0 | 1.8 | 2. 0 | 1. 0 |
| 10 | 1.9 | 0.2 | 0.9 | 0.8 | -1.5 | 1.1 | 1.9 | 1.8 | 0.9 |
| 11 | 2. 0 | 0.3 | 1. 0 | 0.7 | -0.6 | 1.2 | 1.8 | 1.6 | 1. 0 |
| 12 | 2.1 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | -1.6 | 1.3 | 1.7 | 1.4 | 0.9 |
| 13 | 2.1 | 0.5 | 1.2 | 0.5 | -0.7 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 0.8 |
| 14 | 2.3 | 0.4 | 1.3 | 0.6 | -1.7 | 1.3 | 1.5 | 1.1 | 0.9 |
| 15 | 2.4 | 0.3 | 1.4 | 0.7 | -0.8 | 1.2 | 1.4 | 1. 0 | 1. 0 |
| 16 | 2.5 | 0.2 | 1.5 | 0.8 | -1.8 | 1.3 | 1.3 | 0.9 | 0.9 |
| 17 | 2.6 | 0.1 | 1.4 | 0.7 | -0.9 | 1.4 | 1.2 | 1. 0 | 0.8 |
| 18 | 2.7 | 0.2 | 1.3 | 0.6 | -1.9 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| 19 | 2.8 | 0.3 | 1.2 | 0.5 | -1. 0 | 1.2 | 1. 0 | 1.2 | 1. 0 |
| 20 | 2.9 | 0.4 | 1.1 | 0.4 | -2. 0 | 1.5 | 1.1 | 1.3 | 0.9 |

**Основная литература:**

1. **Попов Е.П.** Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. М.: Наука, 1989.

**Дополнительная литература:**

1. **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория систем автоматического управления. М.: Профессия, 2003.
2. **Мирошник И.В.** Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб.: Питер, 2005.
3. **Гудвин Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.Э.**, Проектирование систем управления. М.: Бином, 2004.

**Электронные материалы:**

1. **Поляков К.Ю.** Лабораторные работы по теории автоматического управления. Исследование САУ в среде Matlab (<http://kpolyakov.narod.ru/uni/labs.htm>).
2. **Клиначёв Н. В.** Теория систем автоматического регулирования и управления: Учебно-методический комплекс. - Offline версия 3.6. - Челябинск, 2005. (<http://model.exponenta.ru/tau_lec.html>).
3. **Сенигов П. Н.** Теория автоматического управления: Конспект лекций. - Челябинск: ЮУрГУ, 2001. (<http://model.exponenta.ru/tau_lec2.html>)
4. **Федосов Б.Т.** Методическое обеспечение курса ТАУ. Электронные учебные пособия. (<http://model.exponenta.ru/bt/bt_contents.html>)
5. **Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф., Харченко В.Ю.** Теория автоматического управления: Учебно-методическое пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2006. (<http://window.edu.ru/window/library?p_rid=38637&p_rubr=2.2.75.2.17>)
6. **Туманов М.П.** Теория управления. Теория линейных систем автоматического управления: Учебное пособие. - М.: МГИЭМ., 2005. (<http://window.edu.ru/window/library?p_rid=24738&p_rubr=2.2.75.2.17>)
7. **Туманов М.П.** Теория управления. Теория импульсных, дискретных и нелинейных САУ: Учебное пособие. - М.: МГИЭМ., 2005. (<http://window.edu.ru/window/library?p_rid=24737&p_rubr=2.2.75.2.17>)
8. **Клавдиев А.А.** Теория автоматического управления в примерах и задачах. Ч.I: Учебное пособие. - СПб.: СЗТУ, 2005. (<http://window.edu.ru/window/library?p_rid=25389&p_rubr=2.2.75.2.17>)
9. **Золотов О.И., Кухаренко Н.В., Макаров В.Л.** Теория управления: Рабочая программа, задания на контрольные работы. - СПб.: СЗТУ, 2003. (<http://window.edu.ru/window/library?p_rid=25132&p_rubr=2.2.75.2.17>)

**Программное обеспечение:**

1. **Matlab** (коммерческая, официальный сайт <http://www.mathworks.com>)
2. **SciLab** (бесплатная, официальный сайт <http://www.scilab.org/>).
3. **VisSim** (есть бесплатная версия, официальный сайт <http://www.vissim.com>, описание на русском языке см. <http://model.exponenta.ru/bt/bt_cont_2_Vis.html#2>).
4. **Программный комплекс МВТУ** (есть бесплатная версия, официальный сайт <http://mvtu.power.bmstu.ru/>, описание на русском языке см. <http://model.exponenta.ru/bt/bt_M2_0101.html>)