

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ

2015

Содержание

Введение	3
Использование виртуальной лаборатории	4
Работа № 1 Типовые динамические звенья	7
Опыт № 1.1 Интегрирующее звено	7
Опыт № 1.2 Аperiodическое звено	8
Опыт № 1.3 Колебательное звено	9
Работа № 2 Нетиповые динамические звенья	12
Опыт № 2.1 Звено чистого запаздывания	12
Опыт № 2.2 Неминимально-фазовое звено первого порядка	13
Работа № 3 Составные динамические звенья	14
Опыт № 3.1 «ПИ» звено	14
Опыт № 3.2 Звено реального дифференцирования	15
Опыт № 3.3 Инерционно-форсирующее звено	16
Работа № 4 Представление схем в переменных состояния	17
Работа № 5 Структурные преобразования схем	18
Работа № 6 Устойчивость одноконтурной САУ	19
Работа № 7 Астатизм одноконтурной САУ	21
Работа № 8 Инвариантность САУ	22
Опыт № 8.1 Инвариантность САУ к сигналу задания	22
Опыт № 8.2 Инвариантность САУ к сигналу возмущения	23
Работа № 9 Коррекция САУ	24
Опыт № 9.1 Последовательная коррекция	24
Опыт № 9.2 Параллельная коррекция	25
Опыт № 9.3 Коррекция в виде местной обратной связи	26

Введение

Для проведения лабораторных работ используется компьютерная система (виртуальная лаборатория). Объём лабораторных работ превышает объём, определяемый государственным стандартом. Это позволяет выбирать необходимый перечень выполняемых работ при изменении стандарта.

Система построена по принципу многоуровневого меню. Основное меню содержит разделы теоретического материала. Следующие уровни меню описывают подразделы теории. Например, в разделе «Типовые динамические звенья» содержатся лабораторные работы по всем типовым уровням.

Ход выполнения работ описан в задании на выполнение работ. При этом предусмотрен строгий порядок их выполнения. Задания на каждую лабораторную работу персонифицированы, т.е. каждый студент получает уникальное задание. Численные условия работ формируются случайным образом. Таким образом, при каждом обращении к заданию определённой лабораторной работы студент получает новые условия.

Так как возможны случайные ошибки при вводе численных значений, студенту предоставляются три попытки. После трёхкратного повторения ошибки выполнение работы прекращается.

Поэтапное выполнение лабораторных работ контролирует система. Окончательное решение о выполнении работы принимает преподаватель.

Предусмотрена возможность записи результатов общения студентов с системой в базу данных.

Использование виртуальной лаборатории

1. После запуска виртуальной лаборатории перед пользователем возникает окно, в левой части которого содержится перечень всех основных тем программы, в правой – раскрывается содержание тем (Рис. 1.)

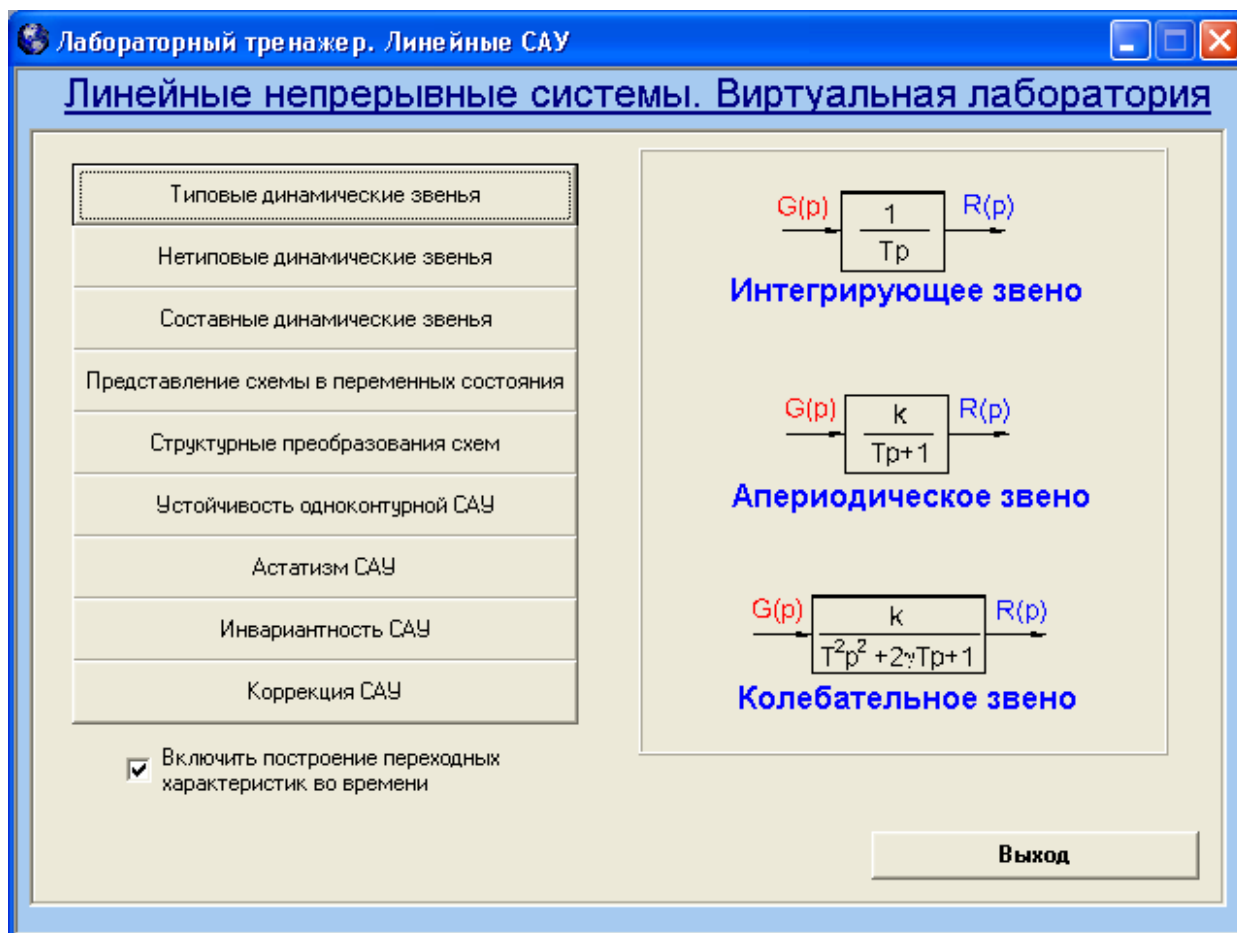


Рис. 1.

Галочку «Включить построение переходных характеристик во времени» рекомендуется убрать, если графики переходных процессов строятся слишком долго (Рис. 2.)

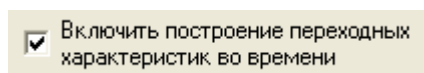


Рис. 2.

2. После выбора конкретной темы появляется окно, на котором видна схема САУ, задание для лабораторной работы и графики переходных процессов.

В некоторых работах для удобства пользователя применяется инструмент «линейка» (Рис. 3.) Во время передвижения ползунка указателя, меняется положение «линейки» на графике переходного процесса (удобно применять в работах, где необходимо определить время регулирования t_p).

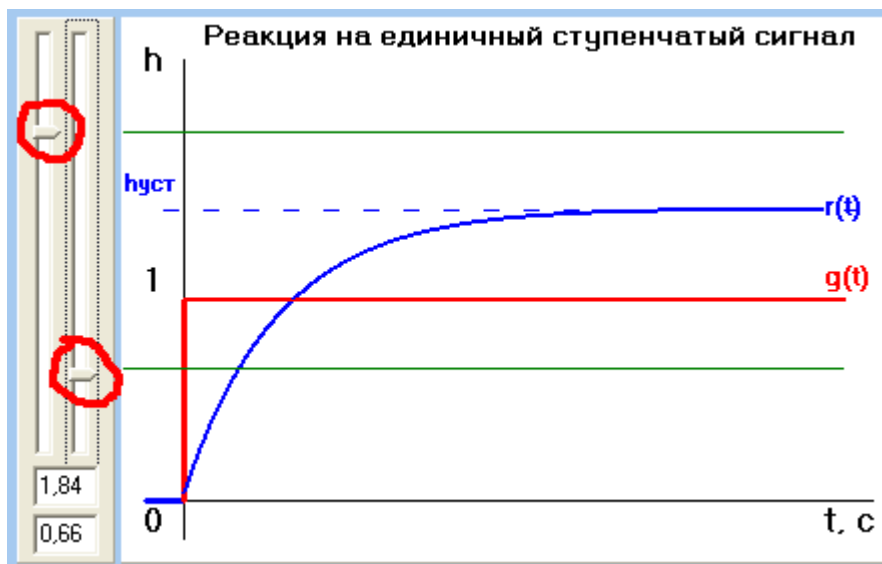


Рис. 3.

Если внизу формы видно окошко (Рис. 4), это значит, что можно снять необходимые замеры непосредственно с графиков переходных процессов.

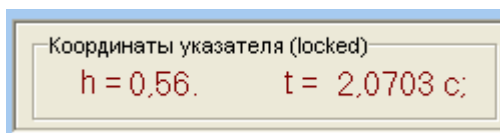


Рис. 4.

Для этого указатель мыши необходимо перемещать при **нажатой** левой кнопке мыши над графиком. В этом случае заголовок окна меняется на «Координаты указателя» (Рис. 5).

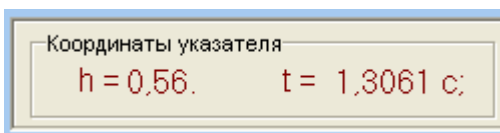


Рис. 5.

После того, как левая кнопка мыши будет отпущена, координаты указателя блокируются. В этом случае заголовок окна «Координаты указателя (locked)» (Рис. 4)

3. После того, как верно введены искомые параметры САУ (Рис. 6),

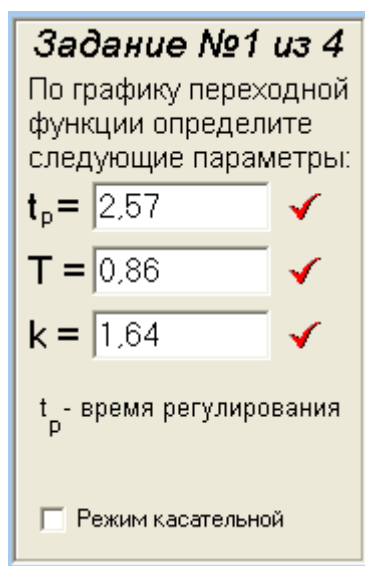


Рис. 6.

можно перейти к выполнению следующей работы, нажав кнопку «Далее» (рис. 7)

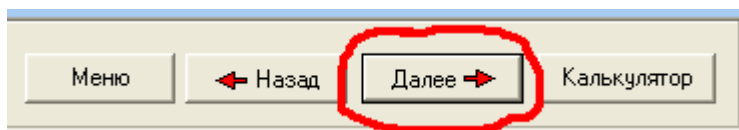


Рис. 7.

Нажав кнопку «Назад» можно вернуться к выполненной предыдущей работе, чтобы посмотреть ее результаты.

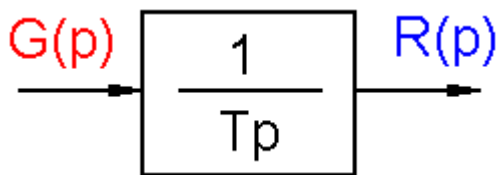
Кнопка «Калькулятор» вызывает внешнее приложение «Калькулятор», входящее в комплект Windows.

При нажатии кнопки «Меню» пользователь переходит в главное меню (рис.1), при этом все результаты работ обнуляются.

4. Во всех лабораторных работах можно использовать встроенную контекстно-зависимую подсказку, которая вызывается нажатием функциональной клавиши «F1». Такая подсказка доступна в течение всего сеанса работы с пакетом и содержит краткую информацию о способах дальнейших действий пользователя на данном шаге работы.

Работа № 1 Типовые динамические звенья

Опыт № 1.1 Интегрирующее звено



Задание № 1. Реакция на единичный ступенчатый сигнал

$$r(t) = \frac{1}{T} \int_0^t 1 \cdot dt = \frac{t}{T}$$

Задание № 2. Реакция на линейно-нарастающий сигнал

$$r(t) = \frac{1}{T} \int_0^t t \cdot dt = \frac{t^2}{2T}$$

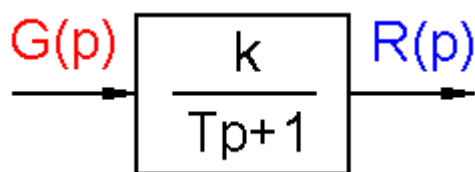
Задание № 3. Реакция на синусоидальный сигнал

$$r(t) = \frac{1}{T} \int_0^t \sin(\omega t) \cdot dt = \frac{1}{\omega T} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Задание № 4. Определение частотных характеристик

Для определения частотных характеристик необходимо измерить амплитуду выходного сигнала и сдвиг фаз между выходным и входным сигналом для пяти различных значений частоты входного сигнала. Если измерения произведены правильно, то на графиках частотных характеристик отображается точка с соответствующими координатами.

Опыт № 1.2 Аperiodическое звено



Задание № 1. Реакция на единичный ступенчатый сигнал

$$R(p) = \frac{1}{p} \cdot \frac{k}{Tp + 1}$$

После обратного преобразования Лапласа имеем:

$$r(t) = k \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

Задание № 2. Реакция на линейно-нарастающий сигнал

$$R(p) = \frac{1}{p^2} \cdot \frac{k}{Tp + 1}$$

После обратного преобразования Лапласа имеем:

$$r(t) = k \cdot \left[\left(e^{-\frac{t}{T}} - 1 \right) \cdot T + t \right]$$

Чтобы найти ответ нужно из этой формулы выразить коэффициент К.

Все параметры, входящие в квадратные скобки [...], известны из условий задания. Не известно значение $r(t)$. Однако, на графике указан момент времени t , при котором линейно-нарастающий сигнал пересекается с выходным сигналом. Учитывая, что такой линейно-нарастающий сигнал можно получить, как переходную характеристику интегрирующего звена с постоянной времени равной 1с (см опыт 1.1), можно сделать вывод, что $r(t)=t$.

Задание № 3. Реакция на синусоидальный сигнал

$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega T + 1} = P + jQ$$

$$\Delta\varphi = \arctg\left(\frac{Q}{P}\right)$$

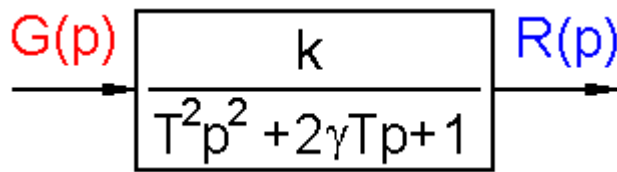
$$r_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Задание № 4. Определение частотных характеристик

Для определения частотных характеристик необходимо измерить амплитуду выходного сигнала и сдвиг фаз между выходным и входным сигналом для

пяти различных значений частоты входного сигнала. Если измерения произведены правильно, то на графиках частотных характеристик отображается точка с соответствующими координатами.

Опыт № 1.3 Колебательное звено



Задание № 1. Реакция на единичный ступенчатый сигнал

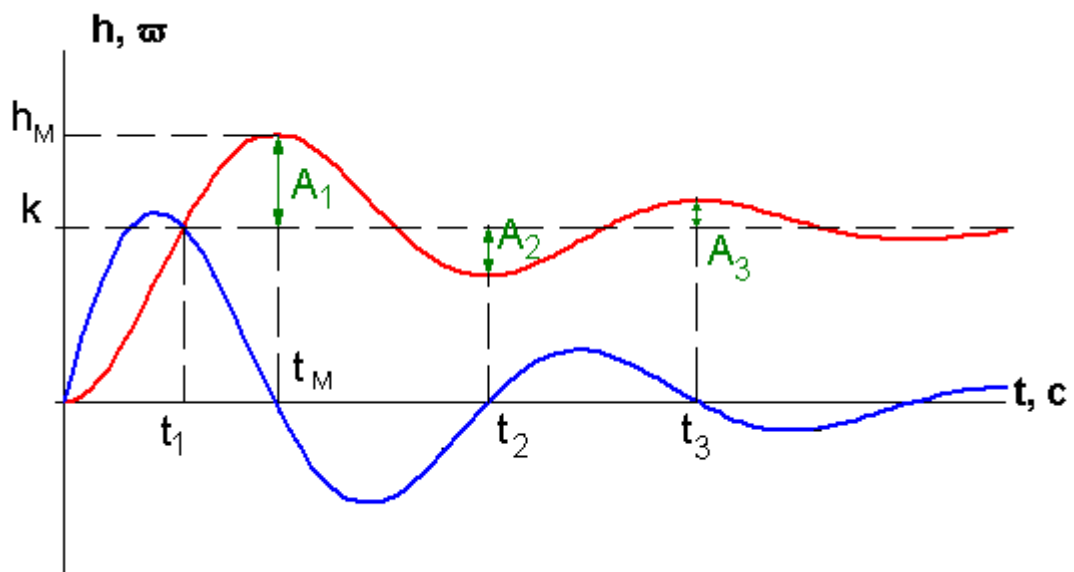
$$R(p) = \frac{k}{p(T^2 p^2 + 2\gamma T p + 1)}$$

После обратного преобразования Лапласа имеем:

$$r(t) = k \left[1 - \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{\gamma t}{T}} \cdot \sin \left(\frac{\lambda t}{T} + \arctg \left(\frac{\lambda}{\gamma} \right) \right) \right], \text{ где } \lambda = \sqrt{1 - \gamma^2}$$

Весовая функция:

$$\varpi(t) = \frac{k}{T\lambda} e^{-\frac{\gamma t}{T}} \cdot \sin \left(\frac{\lambda t}{T} \right)$$



$$\varpi(t_M) = \frac{k}{T\lambda} e^{-\frac{\gamma t_M}{T}} \cdot \sin \left(\frac{\lambda t_M}{T} \right) = 0, \quad \text{т.е.} \quad \sin \left(\frac{\lambda t_M}{T} \right) = 0, \quad \text{откуда} \quad \frac{\lambda t_M}{T} = \pi,$$

следовательно постоянная времени T :

$$T = \frac{\sqrt{1 - \gamma^2}}{\lambda} \cdot t_M$$

$$h(t_M) = h_M = k \left[1 - e^{-\frac{\gamma \pi}{\lambda}} \left(\cos \pi + \frac{\gamma}{\lambda} \cdot \sin \pi \right) \right] = k \left(1 - e^{-\frac{\gamma \pi}{\sqrt{1 - \gamma^2}}} \right)$$

$$A_1 = h_m - k = k \cdot e^{-\frac{\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}}$$

$$\sigma = \frac{h_m - k}{k} = \frac{A_1}{k} = e^{-\frac{\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}}, \text{ откуда}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\pi}{\ln \sigma}\right)^2}}$$

$$\varpi(t_2) = 0, \quad \text{следовательно} \quad \sin \frac{\sqrt{1-\gamma^2}}{T} t_2 = 0, \quad \text{откуда} \quad \frac{\sqrt{1-\gamma^2}}{T} t_2 = 2\pi,$$

$$t_2 = \frac{2\pi T}{\sqrt{1-\gamma^2}} = 2t_m$$

$$h(t_2) = k \left(1 - e^{-\frac{2\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}} \right), A_2 = k \cdot e^{-\frac{2\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}}.$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{e^{-\frac{\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}}}{e^{-\frac{2\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}}} = e^{\frac{\gamma\pi}{\sqrt{1-\gamma^2}}} = \frac{1}{\sigma}.$$

$$\sigma = \frac{A_2}{A_1} = \frac{A_3}{A_2} = \dots$$

Задание № 2. Реакция на линейно-нарастающий сигнал

$$R(p) = \frac{k}{p^2 (T^2 p^2 + 2\gamma T p + 1)}$$

Так как домножение изображения на $\frac{1}{p}$ соответствует интегрированию оригинала, то, используя выражение для реакции колебательного звена на единичный ступенчатый сигнал, получим:

$$r(t) = \int k \left[1 - \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{\gamma t}{T}} \cdot \sin \left(\frac{\lambda t}{T} + \arctg \left(\frac{\lambda}{\gamma} \right) \right) \right] dt, \quad \text{где } \lambda = \sqrt{1-\gamma^2}, \text{ то есть}$$

$$r(t) = k \left[t - \frac{1}{\lambda} \int e^{-\frac{\gamma t}{T}} \cdot \sin \left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0 \right) dt \right], \quad \text{где } \varphi_0 = \arctg \left(\frac{\lambda}{\gamma} \right)$$

$$\int e^{-\frac{\gamma t}{T}} \cdot \sin\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) dt = -\frac{T e^{-\frac{\gamma t}{T}}}{\lambda^2 + \gamma^2} \left[\lambda \cos\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) + \gamma \sin\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) \right] + c, \text{ тогда}$$

$$r(t) = k \left[t + \frac{T e^{-\frac{\gamma t}{T}}}{\lambda^2 + \gamma^2} \left[\cos\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) + \frac{\gamma}{\lambda} \sin\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) \right] + c \right], \quad \text{учитывая нулевые}$$

начальные условия найдем константу c :

$$c = -\frac{T}{\lambda^2 + \gamma^2} \left[\cos\left(\arctg\left(\frac{\lambda}{\gamma}\right)\right) + \frac{\gamma}{\lambda} \sin\left(\arctg\left(\frac{\lambda}{\gamma}\right)\right) \right] = -2\gamma T, \text{ следовательно}$$

$$r(t) = k \left[-2\gamma T + T e^{-\frac{\gamma t}{T}} \left(\cos\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) + \frac{\gamma}{\lambda} \sin\left(\frac{\lambda t}{T} + \varphi_0\right) \right) + t \right]$$

Задание № 3. Реакция на синусоидальный сигнал

$$W(j\omega) = \frac{k}{1 - \omega^2 T^2 + j2\gamma T \omega} = P + jQ$$

$$\Delta\varphi = \arctg\left(\frac{Q}{P}\right)$$

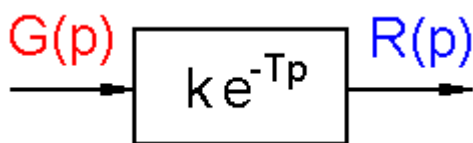
$$r_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Задание № 4. Определение частотных характеристик

Для определения частотных характеристик необходимо измерить амплитуду выходного сигнала и сдвиг фаз между выходным и входным сигналом для пяти различных значений частоты входного сигнала. Если измерения произведены правильно, то на графиках частотных характеристик отображается точка с соответствующими координатами.

Работа № 2 Нетиповые динамические звенья

Опыт № 2.1 Звено чистого запаздывания

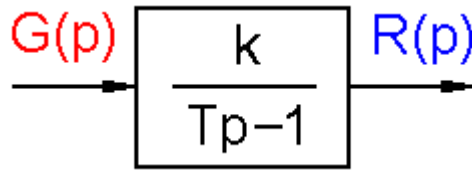


Задание № 1. Реакция на синусоидальный сигнал

$$W(j\omega) = k e^{-j\omega T}$$

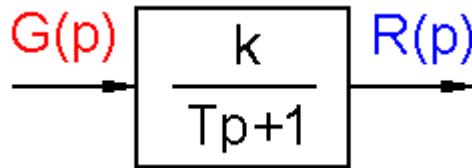
Опыт № 2.2 Неминимально-фазовое звено первого порядка

Задание № 1.



$$W(j\omega) = \frac{k}{jT\omega - 1} = P + jQ = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

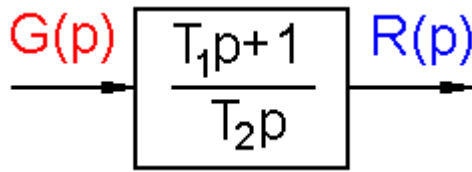
Задание № 2.



$$W(j\omega) = \frac{k}{jT\omega + 1} = P + jQ = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

Работа № 3 Составные динамические звенья

Опыт № 3.1 «ПИ» звено



Задание № 1. Реакция на единичный ступенчатый сигнал

$$r(t) = \frac{t}{T_2} + \frac{T_1}{T_2}$$

Задание № 2. Реакция на синусоидальный сигнал

$$W(j\omega) = \frac{T_1}{T_2} - j \frac{1}{T_2 \omega} = P + jQ = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

$$\Delta\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{Q}{P}\right)$$

$$r_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Задание № 3. Реакция на синусоидальный сигнал

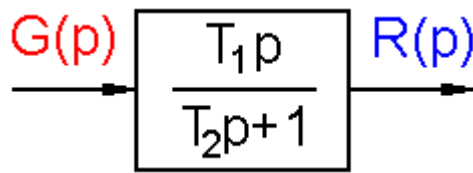
$$W(j\omega) = \frac{T_1}{T_2} - j \frac{1}{T_2 \omega} = P + jQ = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

$$A(\omega) = k$$

Задание № 4.

$$W(p) = \frac{T_1 p + 1}{T_2 p} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Опыт № 3.2 Звено реального дифференцирования



Задание № 1. Реакция на единичный ступенчатый сигнал

$$R(p) = \frac{1}{p} \cdot W(p) = \frac{1}{p} \cdot \frac{T_1 p}{T_2 p + 1}$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} r(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} p \cdot R(p) = h_0$$

Задание № 2. Реакция на синусоидальный сигнал

При $T_2 = 0$ имеем:

$$W(j\omega) = jT_1\omega = P + jQ$$

$$r_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Задание № 3. Реакция на синусоидальный сигнал

При $T_2 \neq 0$ имеем:

$$W(j\omega) = \frac{jT_1\omega}{1 + jT_2\omega} = P + jQ$$

$$r_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$B_2 = \frac{B_1}{k}$$

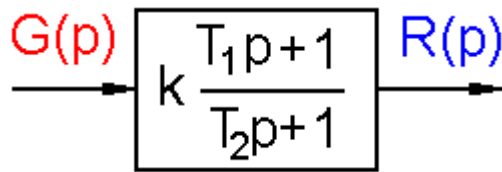
Задание № 4. Исследование ЛАЧХ

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p)$$

$$W_1(p) = T_1 p, \quad W_2(p) = \frac{1}{T_2 p + 1}$$

$$L = L_1 + L_2$$

Опыт № 3.3 Инерционно-форсирующее звено



Задание № 1. Реакция на единичный ступенчатый сигнал

$$R(p) = \frac{1}{p} \cdot W(p) = \frac{1}{p} \cdot k \cdot \frac{T_1 p + 1}{T_2 p + 1}$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} r(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} p \cdot R(p) = h_0$$

Задание № 2. Реакция на синусоидальный сигнал

$$W(j\omega) = k \frac{1 + jT_1\omega}{1 + jT_2\omega} = P + jQ$$

$$r_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Задание № 3. Исследование ЛАЧХ

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p)$$

$$W_1(p) = T_1 p + 1, \quad W_2(p) = \frac{k}{T_2 p + 1}$$

$$L = L_1 + L_2$$

Работа № 4 Представление схем в переменных состояния

Задание № 1. По схеме, указанной на рисунке, необходимо определить тип звена.

Задание № 2. Свернуть схему, указанную на рисунке слева, и найти необходимые коэффициенты.

Задание № 3. Свернуть схему, указанную на рисунке, и найти необходимые коэффициенты.

Работа № 5 Структурные преобразования схем

Преобразовать схему, указанную на рисунке, и привести ее к одной из форм:

$$W(p) = \frac{b_3 p^3 + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0} = K \frac{B_3 p^3 + B_2 p^2 + B_1 p + 1}{A_3 p^3 + A_2 p^2 + A_1 p + 1}$$

Затем найти необходимые коэффициенты.

Работа № 6 Устойчивость одноконтурной САУ

Работа проводится для трех различных схем. Для каждой схемы необходимо определить устойчивость одноконтурной САУ различными методами, выполнив все 5 заданий, представленных ниже. Результаты полученные разными методами сравнить, сделать выводы.

Задание № 1. Согласно критерию Гурвица, система устойчива, если выполняются следующие условия:

$$\begin{cases} a_0, a_1, a_2, a_3 - \text{положительны} \\ a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0 \end{cases}$$

Система находится на границе устойчивости, если

$$a_1 a_2 - a_0 a_3 = 0$$

Задание № 2. Определение запасов устойчивости делается по критерию Найквиста с использованием ЛЧХ.

Задания №№ 3, 4, 5.

Способ №1. Для определения полюсов можно воспользоваться модифицированными формулами Кардано:

Пусть задано уравнение $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, проведем замену $x = y - \frac{b}{3a}$,

получим $y^3 + py + q = 0$,

$$\text{где } p = -\frac{1}{3}\left(\frac{b}{a}\right)^2 + \frac{c}{a}, \quad q = 2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 - \frac{bc}{3a^2} + \frac{d}{a} \Rightarrow Q = \frac{p^3}{27} + \frac{q^2}{4}.$$

$$\text{Если } Q > 0, \text{ тогда: } A = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{Q}}, \quad B = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{Q}}$$

$$y_1 = A + B, \quad y_{2,3} = -\frac{A+B}{2} \pm j \frac{A-B}{2} \sqrt{3}.$$

$$\text{Если } Q = 0, \text{ тогда: } y_1 = 2 \cdot \sqrt[3]{-\frac{q}{2}}, \quad y_{2,3} = \sqrt[3]{\frac{q}{2}}$$

Если $Q < 0$, тогда: $y_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{q^2}{4} + |Q|} \cdot \cos \left(\frac{\arctg \left(\frac{2\sqrt{|Q|}}{-q} \right)}{3} \right) \Rightarrow x_1 = y_1 - \frac{b}{3a}$, после

деления исходного уравнения на $(x - x_1)$ получим:

$$ax^2 + vx + z = 0, \text{ где } v = b + x_1 a, \quad z = c + x_1 v,$$

$$\text{откуда } x_{2,3} = \frac{-v \pm \sqrt{v^2 - 4az}}{2a}.$$

Способ №2. Рекомендуется использовать программу MathCad для определения полюсов.

Работа № 7 Астатизм одноконтурной САУ

Работа проводится для четырех различных схем. Для каждой схемы необходимо определить коэффициенты ошибок и порядок астатизма относительно сигнала задания и сигнала возмущения.

Задания №№ 1, 2. Коэффициенты ошибок определяются из разложения соответствующей передаточной функции системы в ряд Макларена.

$$W_e = c_0 + \frac{c_1}{1!}p + \frac{c_2}{2!}p^2 + \dots + \frac{c_n}{n!}p^n$$

Для разложения передаточной функции рекомендуется использовать программу MathCad.

Задания №№ 3, 5, 7. Установившаяся ошибка в операторной форме относительно сигнала задания:

$$E(p) = W_e \cdot G(p) = c_{0g} \cdot G(p) + \frac{c_{1g}}{1!} G(p) \cdot p + \frac{c_{2g}}{2!} G(p) \cdot p^2 + \dots + \frac{c_{ng}}{n!} G(p) \cdot p^n$$

Перейдя к оригиналам, получим:

$$e(t) = c_{0g} \cdot g(t) + \frac{c_{1g}}{1!} \frac{dg(t)}{dt} + \frac{c_{2g}}{2!} \frac{d^2g(t)}{dt^2} + \dots + \frac{c_{ng}}{n!} \frac{d^ng(t)}{dt^n}$$

Задания №№ 4, 6, 8. Установившаяся ошибка в операторной форме относительно сигнала возмущения:

$$E(p) = W_e \cdot F(p) = c_{0f} \cdot F(p) + \frac{c_{1f}}{1!} F(p) \cdot p + \frac{c_{2f}}{2!} F(p) \cdot p^2 + \dots + \frac{c_{nf}}{n!} F(p) \cdot p^n$$

Перейдя к оригиналам, получим:

$$e(t) = c_{0f} \cdot f(t) + \frac{c_{1f}}{1!} \frac{df(t)}{dt} + \frac{c_{2f}}{2!} \frac{d^2f(t)}{dt^2} + \dots + \frac{c_{nf}}{n!} \frac{d^nf(t)}{dt^n}$$

Работа № 8 Инвариантность САУ

Опыт № 8.1 Инвариантность САУ к сигналу задания

Система называется инвариантной по отношению к сигналу задания, если ошибка не зависит от сигнала задания.

Инвариантность бывает следующих видов:

1. *Абсолютная инвариантность* – ошибка устраняется полностью как в установившемся, так и в переходных режимах.
2. *Полная инвариантность* – ошибка устраняется только в установившемся режиме.

Опыт № 8.2 Инвариантность САУ к сигналу возмущения

Система называется инвариантной по отношению к возмущающему воздействию, если ошибка не зависит от возмущающего воздействия.

Инвариантность бывает следующих видов:

1. *Абсолютная инвариантность* – ошибка устраняется полностью как в установившемся, так и в переходных режимах.
2. *Полная инвариантность* – ошибка устраняется только в установившемся режиме.

Работа № 9 Коррекция САУ

Опыт № 9.1 Последовательная коррекция

Задание № 1. Для определения коэффициента передачи корректирующего устройства необходимо определить передаточную функцию заданной САУ и привести ее характеристический полином к следующему виду:

$$(Tp+1)^2$$

Задание № 2. Установившаяся ошибка и время регулирования определяются по графику.

Опыт № 9.2 Параллельная коррекция

Задание № 1. Для определения коэффициента передачи корректирующего устройства необходимо определить передаточную функцию заданной САУ и привести ее характеристический полином к следующему виду:

$$(Tp+1)^2$$

Задание № 2. Установившаяся ошибка и время регулирования определяются по графику.

Опыт № 9.3 Коррекция в виде местной обратной связи

Задание № 1. Для определения коэффициента передачи корректирующего устройства необходимо определить передаточную функцию заданной САУ и привести ее характеристический полином к следующему виду:

$$(Tp+1)^2$$

Рекомендация: Проверьте устойчивость САУ с полученным коэффициентом передачи корректирующего устройства.

Задание № 2. Установившаяся ошибка и время регулирования определяются по графику.