Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Экспериментальное построение областей устойчивости линейных систем автоматического управления и изучение влияния на устойчивость системы ее параметров.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Под устойчивостью САУ понимается способность системы возвращаться в заданное состояние или к заданному закону движения после отклонений, вызванными внешними возмущающими воздействиями.

Физической причиной неустойчивости замкнутых систем является инерционность их элементов, из-за чего воздействие обратной связи, направленное на ликвидацию отклонения, запаздывает и поступает на вход объекта регулирования, когда отклонение уже изменилось. Этот процесс протекает либо в виде непрерывно возрастающего отклонения от заданного закона движения, либо в виде колебаний вокруг заданного значения выходной величины.

Устойчивость системы зависит от знака вещественных частей корней характеристического уравнения замкнутой системы:

$$W_{\text{з.с.}}(s) = \frac{M(s)}{D(s)}$$

$$D(s) = a_0 \cdot s^n + a_1 \cdot s^{n-1} + \cdots + a_{n-1} \cdot s + a_n$$

Кроме этого, корневого критерия устойчивости существуют косвенные критерии: алгебраические – Гаусса и Гурвица, частотные – Михайлова и Найквиста.

С повышением точности САУ, т.е. с увеличением коэффициента усиления, система становится менее устойчивой. Это объясняется тем, что с ростом коэффициента усиления на объект управления обратная связь действует сильнее. При этом увеличиваются отклонения под действием запаздывающего сигнала обратной связи.

Максимальный коэффициент, при котором система сохраняет устойчивость, называется критическим $(K_{кр})$.

Кроме коэффициента усиления, устойчивость зависит от инерционных свойств звеньев системы: постоянных времени и постоянных запаздывания. Поэтому устойчивость часто рассматривают как функцию двух или нескольких параметров. Обычно это – коэффициент усиления и постоянная времени одного из звеньев. На основании любого критерия устойчивости могут быть получены области устойчивости в плоскости двух параметров.

Под областью устойчивости в пространстве параметров понимается множество значений параметров, при которых система является асимптотически устойчивой.

Под областью неустойчивости, соответственно, понимается множество значений параметров, при которых система является неустойчивой. Области устойчивости и неустойчивости отделены друг от друга так называемыми границами устойчивости.

Граница устойчивости связывает выбранные параметры в предельном режиме перехода к неустойчивости, так что $K_{кр}=f(T)$.

Эта зависимость может быть получена расчетным путем на основе любого критерия устойчивости.

Например, по критерию устойчивости Михайлова система находится на границе устойчивости, если годограф

$$D(iw) = U_D(w) + jV_D(w)$$

проходит через начало координат.

Таким образом, уравнение границы устойчивости в пространстве варьируемых параметров K и T, согласно этому критерию примет вид:

$$U_D(K,T,w) = 0$$

$$V_D(K,T,w) = 0$$

Исключив из уравнения ω, можно вывести уравнение границы устойчивости, связывающее параметры T и $K_{кр}$.

Зависимость $K_{кр}=f(T)$ в данной работе определяется экспериментальным путем.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Собрать схему модели системы в соответствии с вариантом задания.

3.2. Экспериментальным путем получить границу устойчивости системы $K_{кр}=f(T)$.

3.3. Выбрать точку на графике $K_{кр}=f(T)$. Построить годограф Михайлова для системы с выбранными параметрами.

3.4. Сравнить результаты эксперимента и расчета.

4. УКАЗАНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

4.1. Соберите схему моделирования системы, согласно варианту задания (таблица 3) аналогично схеме, представленной на рис. 1.

4.2. Установите значение постоянной времени T_1 в соответствии заданным вариантом (см. табл. 1), $T_2 = 0{,}4*T_1$ (если присутствует в задании).

4.3. Установите значение постоянной времени T равное *0,1 с*.

4.4. Изменяя коэффициент усиления *K*, подберите такое его значение, при котором система находится на границе устойчивости. Тип устойчивости системы определяется по виду переходного процесса при нулевом входном воздействии $g(t)=0$ и при нулевом значении выходной переменной $y(0)=0$.

4.5. Для получения следующей точки границы устойчивости измените значение постоянной времени *T*. Количество точек, необходимых для построения границы устойчивости, должно быть не менее 10.Диапазон изменения постоянной времени *T* – от *0,1с.* до *5с.* Результаты эксперимента занесите в таблицу 2. Постройте график *Ккр=f(T)*.

4.6. Выберите точку на графике *Ккр=f(T)*. Для выбранных параметров системы постройте годограф Михайлова, графики АЧХ и ФЧХ.

4.7. Сравните результаты расчета и эксперимента.

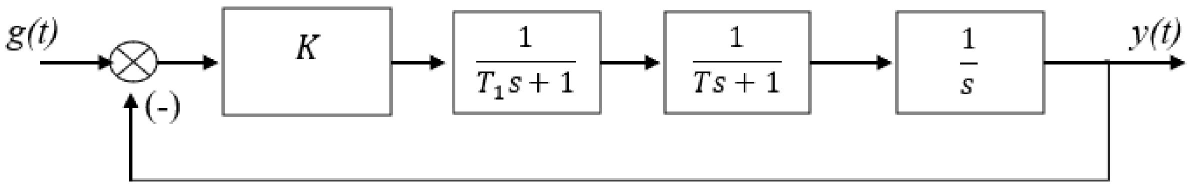

Рис. 1. Структурная схема системы (для варианта 1)

Таблица 1.

Варианты задания

№ п/п	1, 13	2, 14	3, 15	4, 16	5, 17	6, 18	7, 19	8, 20	9, 21	10, 22	11, 23	12, 24
T_1,*с*	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	0,25

Таблица 2.

Граница устойчивости

T, с	0,1										5
Ккр											

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.
3. Результаты работы.
4. Выводы.

Таблица 3.

№ варианта	Передаточная функция разомкнутой системы
1, 5, 9, 13, 17, 21	$W(s) = \dfrac{K}{s \cdot (T \cdot s + 1)(T_1 \cdot s + 1)}$
2, 6, 10, 14, 18, 22	$W(s) = \dfrac{K}{s \cdot [(T_1)^2 \cdot s^2 + T \cdot s + 1]}$
3, 7, 11, 15, 19, 23	$W(s) = \dfrac{K}{(T \cdot s + 1) \cdot [(T_1)^2 \cdot s^2 + T_2 \cdot s + 1]}$
4, 8, 12, 16, 20, 24	$W(s) = \dfrac{K}{(T \cdot s + 1)(T_1 \cdot s + 1)(T_2 \cdot s + 1)}$