

3.3 ЗАДАЧІ

САС визначена узагальненою структурною схемою (рис. 3.16).

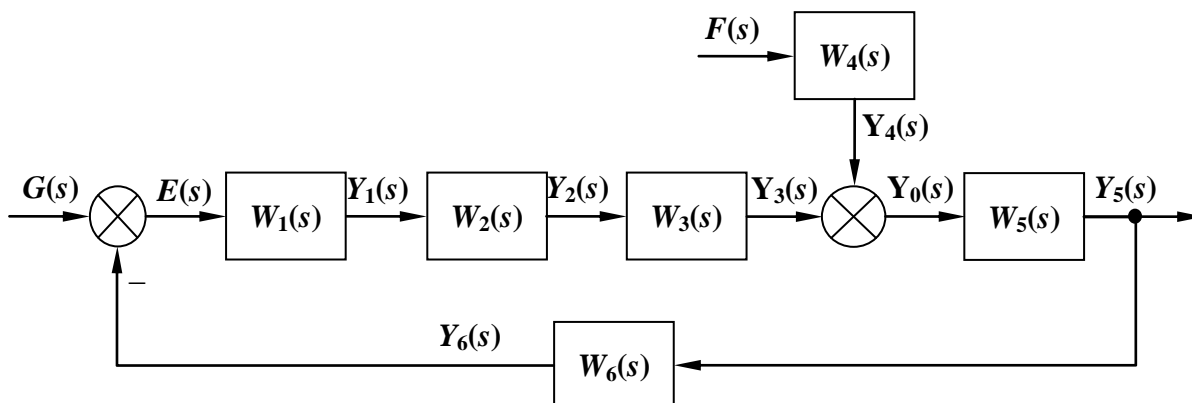


Рисунок 3.16 – Структурна схема САС

Варіанти систем та передаточних функцій елементів наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 Варіанти елементів САС

№ блоку	Варіанти систем								
	1			2			3		
	САС кутової швидкості шпинделя токарного верстату			САС лінійної швидкості вала гідропривода руля висоти літака			САС напруги генератора постійного струму		
$W_1(s)$	Назва блоку								
	Послідовний коректуючий пристрій (ПКП)								
	Вхідний $E(s)$ та вихідний $Y_1(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $E(s)$, вихідний – $U_{ПКП}(s)$								
	Варіанти передаточних функцій блоку								
		1	2	3	1	2	3	1	2
	4	$\frac{2}{s}$	$2 \cdot s$	$3 \cdot s$	1	1	2.5	$0.2 \cdot s$	$1 + \frac{2}{s}$
$W_2(s) = \frac{Y_2(s)}{Y_1(s)} = K_2$	Назва блоку								
	Підсилювач потужності (ПП)								
	Вхідний $Y_1(s)$ та вихідний $Y_2(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $U_{ПКП}(s)$, вихідний – $U_{ПП}(s)$								
	Варіанти передаточних функцій блоку								
		1	2	3	1	2	3	1	2
	2.8	2.5	3.5	4.5	3.6	3.5	3.6	3.6	2.5
	Назва блоку								
	Електродвигун постійного струму з редуктором (ЕД)			Гідропривод (ГП)			Електродвигун постійного струму з редуктором (ЕД)		
	Вхідний $Y_2(s)$ та вихідний $Y_3(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $U_{ПП}(s)$, вихідний – $\Omega_P(s)$			Вхідний – $U_{ПП}(s)$, вихідний – $V_{ГП}(s)$			Вхідний – $U_{ПП}(s)$, вихідний – $\Omega_{Г}(s)$		

Продовження таблиці 3.9

№ блоку	Варіанти систем								
	1			2			3		
	САС кутової швидкості шпинделя токарного верстату			САС лінійної швидкості вала гідропривода руля висоти літака			САС напруги генератора постійного струму		
$W_3(s) = \frac{Y_3(s)}{Y_2(s)} = \frac{K_3}{(T_{31} \cdot s + 1)(T_{32} \cdot s + 1)}$	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	$K_3=9.5, T_{31}=0.2, T_{32}=0.003$	$K_3=10, T_{31}=0.3, T_{32}=0.0025$	$K_3=9.4, T_{31}=0.22, T_{32}=0.002$	$K_3=9.4, T_{31}=0.22, T_{32}=0.002$	$K_3=9.5, T_{31}=0.2, T_{32}=0.003$	$K_3=8.6, T_{31}=0.23, T_{32}=0.003$	$K_3=9.8, T_{31}=0.3, T_{32}=0.003$	$K_3=9.8, T_{31}=0.3, T_{32}=0.003$	$K_3=10, T_{31}=0.3, T_{32}=0.0025$
	Назва блоку								
	Електродвигун постійного струму з редуктором (ЕД)			Гідропривод (ГП)			Електродвигун постійного струму з редуктором (ЕД)		
	Вхідний $F(s)$ та вихідний $Y_4(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $M_H(s)$, вихідний – $\Omega_P(s)$			Вхідний – $M_H(s)$, вихідний – $V_{HP}(s)$			Вхідний – $M_H(s)$, вихідний – $\Omega_T(s)$		
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	$K_4=9.3 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.2$, $T_{42}=0.003$	$K_4=9.5 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.3$, $T_{42}=0.0025$	$K_4=8.5 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.22$, $T_{42}=0.002$	$K_4=8.5 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.22$, $T_{42}=0.002$	$K_4=9.3 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.2$, $T_{42}=0.003$	$K_4=9.5 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.23$, $T_{42}=0.003$	$K_4=9 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.3$, $T_{42}=0.003$	$K_4=9 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.3$, $T_{42}=0.003$	$K_4=9.5 \cdot 10^3$, $T_{41}=0.3$, $T_{42}=0.0025$
$W_5(s) = \frac{Y_5(s)}{Y_0(s)} = \frac{K_5}{(T_{41} \cdot s + 1)(T_{42} \cdot s + 1)}$	Назва блоку								
	Тахогенератор (ТГ)			Потенціометричний датчик (ПД)			Тахогенератор (ТГ)		
	Вхідний $Y_0(s)$ та вихідний $Y_5(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $\Omega_P(s)$, вихідний – $U_{TG}(s)$			Вхідний – $V_{HP}(s)$, вихідний – $U_{PD}(s)$			Вхідний – $\Omega_T(s)$, вихідний – $U_{TG}(s)$		
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	

Закінчення таблиці 3.9

№ блоку	Варіанти систем								
	1			2			3		
	САС кутової швидкості шпинделя токарного верстату			САС лінійної швидкості вала гідропривода руля висоти літака			САС напруги генератора постійного струму		
W ₆ (s)	Назва блоку								
	Коректуючий елемент (КЕ)								
	Вхідний Y ₅ (s) та вихідний Y ₆ (s) сигнали блоку								
	Вхідний – U _{ТГ} (s), вихідний – U _{КЕ} (s)			Вхідний – U _{ПД} (s), вихідний – U _{КЕ} (s)			Вхідний – U _{ТГ} (s), вихідний – U _{КЕ} (s)		
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	1	1	1	1	1.3	2·s	1.3	1	1

Використовуючи структурну схему САС (рис. 3.16) та передаточні функції блоків (табл. 3.9), вирішити наступні задачі.

3.1. Для варіанту 1 САС та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати перехідну та амплітудно-частотну характеристики за збурюючим впливом. Визначити показники якості.

3.2. Для варіанту 1 САС та варіанту 2 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи за методом Найквіста.

3.3. Для варіанту 1 САС та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи методом Ляпунова.

3.4. Для варіанту 1 САС та варіанту 3 передаточних функцій блоків виконати перетворення структурної схеми, отримати передаточні функції системи.

3.5. Для варіанту 2 САС та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати частотні характеристики САС (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ) при $M_n \equiv 0$.

3.6. Для варіанту 2 САС та варіанту 2 передаточних функцій блоків виконати синтез послідовного коректуючого пристрою методом ЛАЧХ. Потрібні показники якості системи: допустима стала похибка $\varepsilon_{\text{доп}} = 0.025$ В; час перехідного процесу $t_{\text{ми}} = 0.1$ с; максимальне перерегулювання $\sigma_{\text{max}} = 20$ %.

3.7. Для варіанту 2 САС та варіанту 2 передаточних функцій блоків побудувати перехідну та амплітудно-частотну характеристики за збурюючим впливом. Визначити показники якості.

3.8. Для варіанту 2 САС та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи першим методом Ляпунова.

3.9. Для варіанту 3 САС та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати асимптотичну логарифмічну амплітудно-частотну характеристику за задаючим впливом. Визначити показники якості.

3.10. Для варіанту 3 САС та варіанту 2 передаточних функцій блоків побудувати перехідну та амплітудно-частотну характеристики за задаючим впливом. Визначити показники якості.

3.11. Для варіанту 3 САС та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи методом Гурвиця.

3.12. Побудувати та провести графічну лінеаризацію регульованої статичної характеристики ОАС, яку задано у вигляді таблиці 3.10:

Таблиця 3.10 Дані експериментального дослідження регульованої статичної характеристики ОАС

$U_3, В$	0	1.2	2	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
$U_{ТГ}, В$	0	0	1	3	5	6.5	7.5	8.2	9.1	9.4	9.7	9.9	10

3.13. Побудувати та провести графічну лінеаризацію навантажувальної статичної характеристики ОАС, яку задано у вигляді таблиці 3.11:

Таблиця 3.11 Дані експериментального дослідження навантажувальної статичної характеристики ОАС

$M_H, Н·м$	0	$8.5 \cdot 10^{-4}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$	$2.1 \cdot 10^{-3}$
$U_{ТГ}, В$	7	6	5	4	3

3.14. Побудувати та провести графічну лінеаризацію регульованої статичної характеристики ОАП, яку задано у вигляді таблиці 3.12:

Таблиця 3.12 Дані експериментального дослідження регульованої статичної характеристики ОАП

$U_3, В$	0	1.2	2	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
$U_p, В$	0	0	1	3	5	6.5	7.5	8.2	9.1	9.4	9.7	9.9	10

3.15. Побудувати та провести графічну лінеаризацію навантажувальної статичної характеристики ОАП, яку задано у вигляді таблиці 3.13:

Таблиця 3.13 Дані експериментального дослідження навантажувальної статичної характеристики ОАП

$M_H, Н·м$	0	$8.5 \cdot 10^{-4}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$	$2.1 \cdot 10^{-3}$
$U_p, В$	7.4	6.5	5.6	4.4	3.7

САП визначена узагальненою структурною схемою (рис. 3.17).

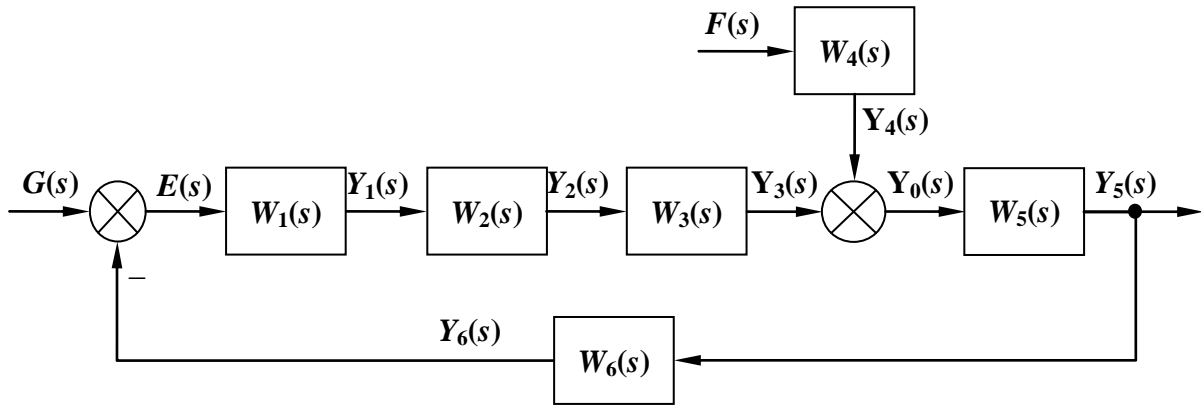


Рисунок 3.17 – Структурна схема САП

Варіанти систем та передаточних функцій елементів наведено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 Варіанти елементів САП

№ блоку	Варіанти систем								
	1			2			3		
	САП кутового положення антени РЛС			САП положення дозатора палива ГТД			САП кутового положення руля висоти легкого літака		
$W_1(s)$	Назва блоку								
	Послідовний коректуючий пристрій (ПКП)								
	Вхідний $E(s)$ та вихідний $Y_1(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $E(s)$, вихідний – $U_{ПКП}(s)$								
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.2	2.4	1.3·s	0.17	1	1.5·s	1	30+s	2.7	
$W_2(s) = \frac{Y_2(s)}{Y_1(s)} = K_2$	Назва блоку								
	Підсилювач потужності (ПП)								
	Вхідний $Y_1(s)$ та вихідний $Y_2(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $U_{ПКП}(s)$, вихідний – $U_{ПП}(s)$								
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2.8	2.5	3.5	4.5	3.6	3.8	2.7	4.2	2.4	
	Назва блоку								
	Електродвигун постійного струму (ЕД)			Гідропривод (ГП)			Електродвигун постійного струму (ЕД)		
	Вхідний $Y_2(s)$ та вихідний $Y_3(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $U_{ПП}(s)$, вихідний – $\Omega_{ЕД}(s)$			Вхідний – $U_{ПП}(s)$, вихідний – $V_{ГП}(s)$			Вхідний – $U_{ПП}(s)$, вихідний – $\Omega_{ЕД}(s)$		

Продовження таблиці 3.14

№ блоку	Варіанти систем								
	1			2			3		
	САП кутового положення антени РЛС			САП положення дозатора палива ГТД			САП кутового положення руля висоти легкого літака		
$W_3(s) = \frac{Y_3(s)}{Y_2(s)} = \frac{K_3}{(T_{31} \cdot s + 1)(T_{32} \cdot s + 1)}$	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	$K_3=9.5, T_{31}=0.2, T_{32}=0.003$	$K_3=10, T_{31}=0.3, T_{32}=0.0025$	$K_3=9.4, T_{31}=0.22, T_{32}=0.002$	$K_3=9.4, T_{31}=0.22, T_{32}=0.002$	$K_3=9.5, T_{31}=0.2, T_{32}=0.003$	$K_3=8.6, T_{31}=0.23, T_{32}=0.003$	$K_3=9.8, T_{31}=0.3, T_{32}=0.003$	$K_3=9.8, T_{31}=0.3, T_{32}=0.003$	$K_3=10, T_{31}=0.3, T_{32}=0.0025$
	Назва блоку								
	Електродвигун постійного струму (ЕД)			Гідропривод (ГП)			Електродвигун постійного струму (ЕД)		
	Вхідний $F(s)$ та вихідний $Y_4(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $M_H(s)$, вихідний – $\Omega_{ЕД}(s)$			Вхідний – $M_H(s)$, вихідний – $V_{ГП}(s)$			Вхідний – $M_H(s)$, вихідний – $\Omega_{ЕД}(s)$		
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	$K_4=-9.3 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.2,$ $T_{42}=0.003$	$K_4=-9.5 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.3,$ $T_{42}=0.0025$	$K_4=-8.5 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.22,$ $T_{42}=0.002$	$K_4=-8.5 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.22,$ $T_{42}=0.002$	$K_4=-9.3 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.2,$ $T_{42}=0.003$	$K_4=-9.5 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.23,$ $T_{42}=0.003$	$K_4=-9 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.3,$ $T_{42}=0.003$	$K_4=-9 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.3,$ $T_{42}=0.003$	$K_4=-9.5 \cdot 10^3,$ $T_{41}=0.3,$ $T_{42}=0.0025$
$W_5(s) = \frac{Y_5(s)}{Y_0(s)} = \frac{K_5}{s}$	Назва блоку								
	Антина (А)			Дозатор (Д)			Руль висоти (РВ)		
	Вхідний $Y_0(s)$ та вихідний $Y_5(s)$ сигнали блоку								
	Вхідний – $\Omega_{ЕД}(s)$, вихідний – $\varphi_A(s)$			Вхідний – $V_{ГП}(s)$, вихідний – $X_D(s)$			Вхідний – $\Omega_{ЕД}(s)$, вихідний – $\varphi_{РВ}(s)$		
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	$\frac{0.7}{s}$	$\frac{1.2}{s}$	$\frac{1.82}{s}$	$\frac{2.6}{s}$	$\frac{3.4}{s}$	$\frac{3.2}{s}$	$\frac{1.5}{s}$	$\frac{2.5}{s}$	$\frac{2.8}{s}$

Закінчення таблиці 3.14

№ блоку	Варіанти систем								
	1			2			3		
	САП кутового положення антени РЛС			САП положення дозатора палива ГТД			САП кутового положення руля висоти легкого літака		
W ₆ (s)	Назва блоку								
	Потенціометричний датчик (ПД)								
	Вхідний Y ₅ (s) та вихідний Y ₆ (s) сигнали блоку								
	Вхідний – φ _A (s), вихідний – U _{ПД} (s)			Вхідний – X _Д (s), вихідний – U _{ПД} (s)			Вхідний – φ _{РВ} (s), вихідний – U _{ПД} (s)		
	Варіанти передаточних функцій блоку								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0.05	0.08	0.043	1.8	1.5	2.2	0.3	0.1	0.12

Використовуючи структурну схему САП (рис. 3.17) та передаточні функції блоків (табл. 3.14), вирішити наступні задачі.

3.16. Для варіанту 1 САП та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати перехідну та амплітудно-частотну характеристики за задаючим впливом. Визначити показники якості.

3.17. Для варіанту 1 САП та варіанту 1 передаточних функцій блоків виконати синтез послідовного коректуючого пристрою методом ЛАЧХ. Потрібні показники якості системи: допустима стала похибка $\varepsilon_{\text{доп}} = 0.02$ В при $\varphi_{A\text{max}} = 90$ град; час перехідного процесу $t_{\text{пп}} = 1$ с; максимальне перерегулювання $\sigma_{\text{max}} = 20$ %.

3.18. Для варіанту 1 САП та варіанту 2 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи за методом Найквіста.

3.19. Для варіанту 1 САП та варіанту 2 передаточних функцій блоків знайти швидкісну похибку від задаючого впливу $g(t) = 1.6 \cdot t$.

3.20. Для варіанту 1 САП та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи методом Ляпунова.

3.21. Для варіанту 1 САП та варіанту 3 передаточних функцій блоків виконати перетворення структурної схеми, отримати передаточні функції системи.

3.22. Для варіанту 1 САП та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити керованість та спостережуваність замкненої системи.

3.23. Для варіанту 2 САП та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати частотні характеристики САП (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ) при $M_n = 0$.

3.24. Для варіанту 2 САП та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати часову характеристику за збурюючим впливом

$M_H(t)=0.01 \cdot 1(t)$. Визначити показники якості.

3.25. Для варіанту 2 САП та варіанту 2 передаточних функцій блоків виконати синтез послідовного коректуючого пристрою методом ЛАЧХ. Потрібні показники якості системи: допустима стала похибка $\varepsilon_{\text{доп}} = 0.015$ В при $X_{\text{дmax}}=6$ мм; час перехідного процесу $t_{\text{пп}} = 0.5$ с; максимальне перерегулювання $\sigma_{\text{max}} = 20$ %.

3.26. Для варіанту 2 САП та варіанту 2 передаточних функцій блоків побудувати перехідну та амплітудно-частотну характеристики за задаючим впливом. Визначити показники якості.

3.27. Для варіанту 2 САП та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи першим методом Ляпунова.

3.28. Для варіанту 2 САП та варіанту 3 передаточних функцій блоків побудувати перехідну характеристику за збурюючим впливом $M_H(t)=2 \cdot 10^{-5} \cdot 1(t)$. Визначити показники якості.

3.29. Для варіанту 3 САП та варіанту 1 передаточних функцій блоків побудувати асимптотичну логарифмічну амплітудно-частотну характеристику за задаючим впливом. Визначити показники якості.

3.30. Для варіанту 3 САП та варіанту 2 передаточних функцій блоків побудувати перехідну та амплітудно-частотну характеристики за задаючим впливом. Визначити показники якості.

3.31. Для варіанту 3 САП та варіанту 3 передаточних функцій блоків оцінити стійкість замкненої системи методом Гурвиця.