

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»
Рыбницкий филиал

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой АТПиП

Федоров В.Е.

протокол №1 от 19 сентября 2023г.

Фонд
оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.1.06 «Теория автоматического управления. Специальная часть.»

Направление подготовки:
2.13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки:
«Электроэнергообеспечение предприятия и электротехника»

Квалификация – бакалавр

Форма обучения

заочная

ГОД НАБОРА: 2021

Разработал: ст. преподаватель

Кар Корлюга Б.К.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления. Специальная часть.»

1. В результате изучения дисциплины «Теория автоматического управления. Специальная часть.» у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции
Информационная культура	ОПК-1. Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий

2. Программа оценивания контролируемой компетенции

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины и их наименование	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
Текущая аттестация			
	Теория линейных систем автоматического управления	ОПК-1	Ответ на семинарском занятии
	Основы теории нелинейных систем автоматического управления.	ОПК-1	Ответ на семинарском занятии
	Основы теории линейных импульсных САУ Случайные процессы в системах автоматического управления	ОПК-1	Ответ на семинарском занятии, контрольная работа, вопросы к экзамену
	Курсовая работа	ОПК-1	Собеседование (по вопросам курсовой работы)
Промежуточная аттестация		ОПК-1	собеседование (по вопросам к экзамену)

3. Оценочные средства

Блок А

А. Фонд заданий по дисциплине, разработанный и утвержденный в соответствии с программой дисциплины «Теория автоматического управления. Специальная часть.»

А1. Тест по дисциплине «Теория автоматического управления. Специальная часть»
Жирным выделены правильные ответы

- По виду управляющего сигнала, вырабатываемого автоматическим регулятором АСР бывают
Выберите один ответ:
1. релейные
2. непрерывные
3. Дискретные

2. Частотные характеристики можно получить из:

Выберите один ответ:

- 1. функции Хевисайда
- 2. дельта-функции
- 3. передаточной функции**

3. Если объект подчиняется принципу суперпозиции, то он считается:

Выберите один ответ:

- 1. стационарным
- 2. линейным**
- 3. нелинейным

4. Замкнутая АСР с обратной связью реализует принцип регулирования:

Выберите один ответ:

- 1. по возмущению
- 2. по отклонению**
- 3. по заданию

5. Целью регулирования является

Выберите один ответ:

- 1. поддержание регулируемого параметра на заданном значении**
- 2. определение ошибки регулирования
- 3. выработка управляющих воздействий

6. Передаточной функцией системы называется

Выберите один ответ:

- 1. отношение выходного сигнала ко входному сигналу
- 2. отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу**
- 3. отношение преобразованного по Лапласу входного сигнала к преобразованному по Лапласу выходному сигналу

7. Зависимость выходного параметра объекта от времени при подаче на вход дельта-функции называется:

Выберите один ответ:

- 1. статической характеристикой
- 2. импульсной характеристикой**
- 3. частотной характеристикой

8. Зависимость выходного параметра объекта от входного называется:

Выберите один ответ:

- 1. статической характеристикой**
- 2. импульсной характеристикой
- 3. динамической характеристикой
- 4. частотной характеристикой

9. Целью функционирования следящей АСР является

Выберите один ответ:

- 1. поддержание регулируемого параметра на заданном постоянном значении с помощью управляющих воздействий на объект**
- 2. изменение регулируемой величины в соответствии с заранее неизвестной величиной на

входе АСР

3.изменение регулируемой величины в соответствии с заранее заданной функцией

10. $W(i\omega)$ обозначают:

Выберите один ответ:

1.передаточную функцию

2.переходную функцию

3.Амплитудно-фазовую характеристику

Блок Б

Б 1. Задания для курсовой работы

1. Варианты заданий

Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы. Каждый вариант характеризуется определенным сочетанием вида структурной схемы (Приложение А) и численного значения параметров (таблица 1).

2. Задание на проектирование и порядок выполнения работы

Для структурной схемы САУ, соответствующей выбранному варианту, выполнить следующие действия:

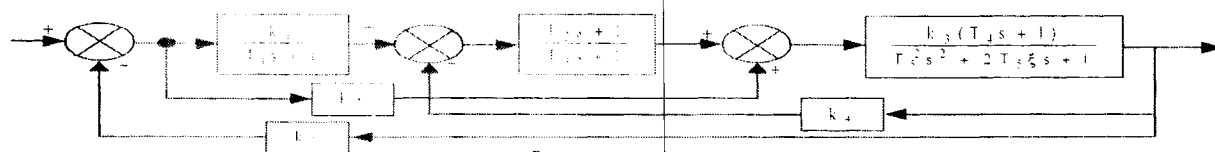
- 1) Избавиться от всех перекрестных параллельных и обратных связей, привести структурную схему к стандартному виду. Определить передаточную функцию разомкнутой системы, записать ее в стандартной форме.
- 2) Определить амплитудно-фазовую, вещественную и мнимую частотные характеристики разомкнутой системы.
- 3) Построить годограф АФЧХ разомкнутой системы.
- 4) Найти выражения для асимптотической ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы.

3. Исходные данные

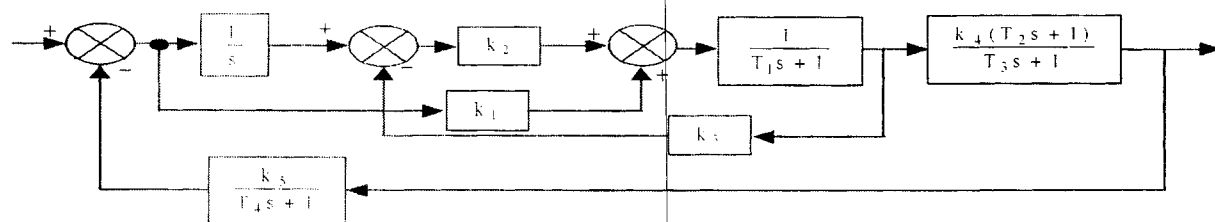
Таблица 1

Вариант	Схема	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	ξ
1.	(f)	7	5	10	6		0.9	0.2	0.5	0.8	0.1	0.3	
2.	(a)	5	1	2	5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.1	0.8		0.5
3.	(e)	0.2	2	2	30	2	0.5	0.8	0.2	0.75			
4.	(b)	2	0.2	2	10	3	0.5	0.5	0.9	0.75			
5.	(c)	0.5	5	4	10	0.25	0.8						0.5
6.	(d)	0.7	2	2	9	0.7	0.2	0.5	0.4	0.55			
7.	(f)	2	2	15	19		0.5	0.7	0.2	0.6	0.15	0.75	
8.	(c)	0.2	4	5	10	0.25	0.7						0.5
9.	(a)	1	5	2	4	0.2	0.1	0.4	0.2	0.25	0.922		0.5
10.	(b)	0.5	6	3	25	0.3	0.1	0.01	0.3	0.25			
11.	(e)	1.1	3	5	12	0.7	0.1	0.95	0.3	0.6			
12.	(a)	2	0.8	4	15	2	0.75	0.15	0.95	0.1	0.6		0.4
13.	(d)	1.5	5	0.5	5	2	0.1	0.1	0.2	0.75			
14.	(f)	5	7	15	4		0.5	0.5	0.6	0.9	0.2	0.7	

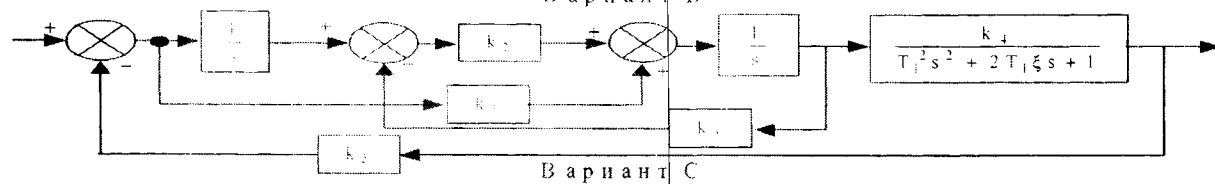
Структурные схемы САУ



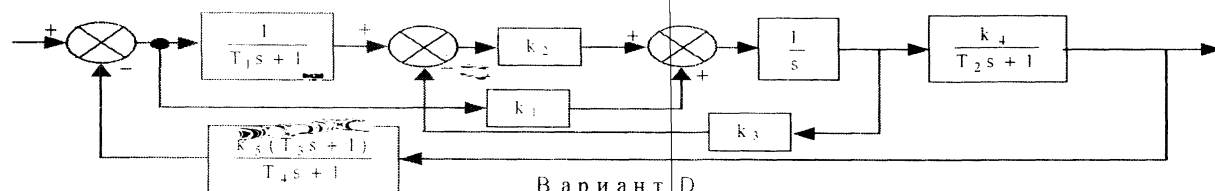
Вариант А



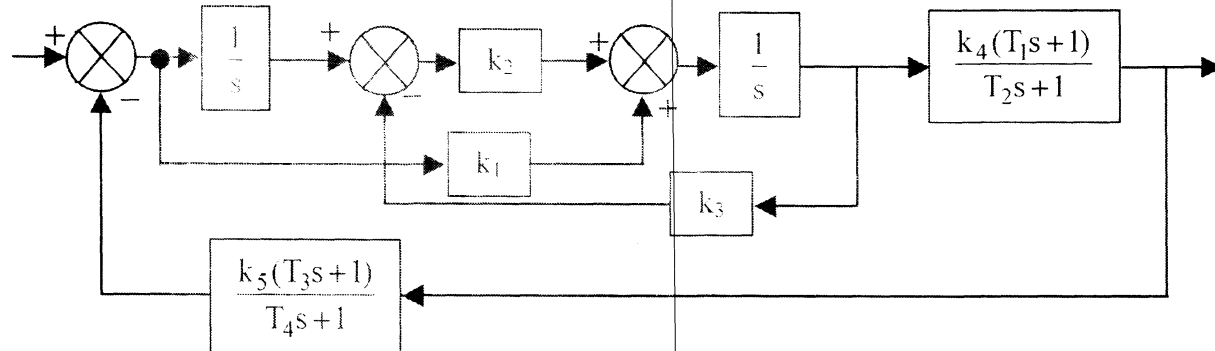
Вариант В



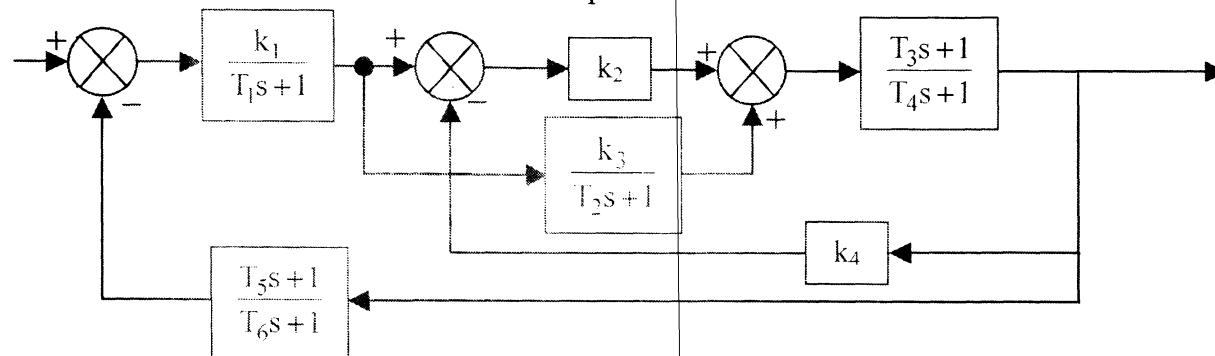
Вариант С



Вариант D



Вариант Е

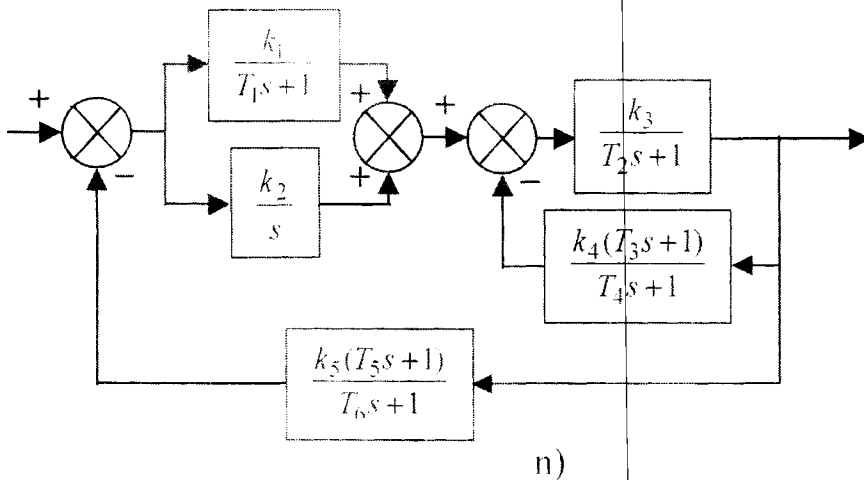


Вариант F

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Пусть в задании Вашему номеру в списке группы (k) соответствует следующая строка:

Вариант	Схема	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	ξ
1.	(a)	0.2	10	5	2		0.1	0.5	0.1	0.4	0.2		
...	(b)	0.2	12	2			0.1	0.75	0.15	0.2			
k.	(n)	5	10	1	0.6	4	0.25	0.5	1	0.1	0.2	0.5	
...	(f)	8	5	1	0.4		0.3	0.2	0.5	0.7			0.8



Следовательно, расчетная схема имеет вид:

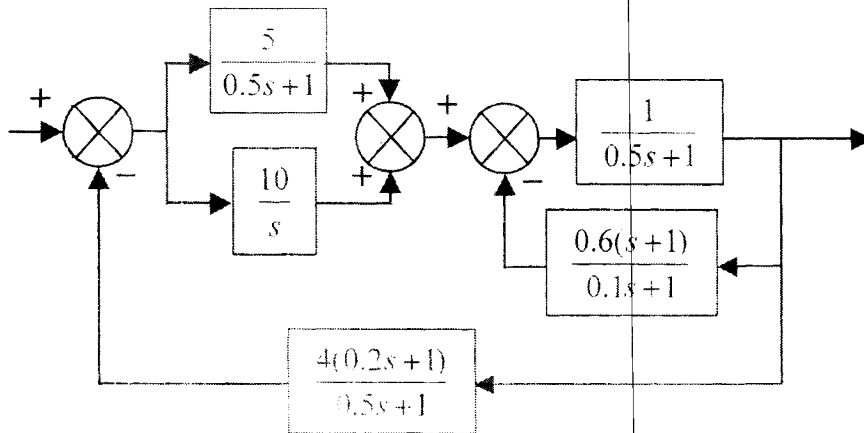


Рисунок 1

Задание 1. Определить передаточную функцию разомкнутой системы, привести ее к стандартной форме записи.

Заданная схема (рисунок 1) состоит из 5 звеньев со следующими передаточными функциями:

$$W_1 = \frac{5}{0.5s+1}; W_2 = \frac{10}{s}; W_3 = \frac{1}{0.5s+1}; W_4 = \frac{0.6(s+1)}{0.1s+1}; W_5 = \frac{4(0.2s+1)}{0.5s+1};$$

при этом звенья 1 и 2 параллельны, звено 3 охвачено локальной отрицательной обратной связью со звеном 4 в цепи ОС. Необходимо найти эквивалентные передаточные функции:

$$W_{\Sigma 1} = W_1 + W_2; W_{\Sigma 2} = \frac{W_3}{1 - W_3 W_4}.$$

/* необходимо привести все промежуточные вычисления */

$$W_{\pi 1} = \frac{10(0.75s + 1)}{s(0.25s + 1)}; W_{\pi 2} = \frac{0.625(0.1s + 1)}{(0.044s + 1)(0.7s + 1)}.$$

На рисунке 2 изображен стандартный вид структурной схемы системы.

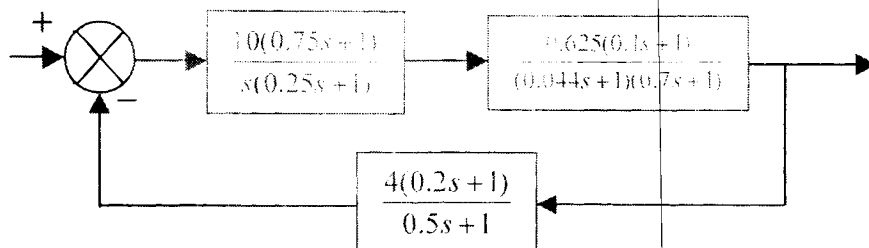


Рисунок 2

Передаточная функция прямой цепи:

$$W_{\text{пр}} = \frac{6.25(0.75s + 1)(0.1s + 1)}{s(0.26s + 1)(0.044s + 1)(0.7s + 1)}$$

Передаточная функция разомкнутой цепи:

$$\begin{aligned} W_{\text{рц}} &= \frac{25(0.75s + 1)(0.1s + 1)(0.2s + 1)}{s(0.26s + 1)(0.044s + 1)(0.7s + 1)(0.5s + 1)} = \\ &= \frac{25(0.015s^3 + 0.245s^2 + 1.05s + 1)}{0.004s^5 + 0.12s^4 + 0.726s^3 + 1.504s^2 + s}. \end{aligned}$$

Степень астатизма $\nu = 1$. Коэффициент передачи $K = 25$. Постоянные времени:

$T_1 = 0.75$; $T_2 = 0.1$; $T_3 = 0.2$ – в числителе. $T_4 = 0.26$; $T_5 = 0.044$; $T_6 = 0.7$; $T_7 = 0.5$ – в знаменателе.

Задание 2. Частотная передаточная функция системы ($s \rightarrow j\omega$):

$$\begin{aligned} W(j\omega) &= \frac{25(0.015(j\omega)^3 + 0.245(j\omega)^2 + 1.05(j\omega) + 1)}{0.004(j\omega)^5 + 0.12(j\omega)^4 + 0.726(j\omega)^3 + 1.504(j\omega)^2 + j\omega} = \\ &= \frac{25(1 - 0.245\omega^2 + j\omega(1.05 - 0.015\omega^2))}{(-1.504\omega^2 + 0.12\omega^4 + j\omega(1 - 0.726\omega^2 + 0.004\omega^4))} = \\ &= \frac{25(1 - 0.245\omega^2 + j\omega(1.05 - 0.015\omega^2)) \times (\omega^2(-1.504 + 0.12\omega^2) - j\omega(1 - 0.726\omega^2 + 0.004\omega^4))}{\omega^4(-1.504 + 0.12\omega^2)^2 + \omega^2(1 - 0.726\omega^2 + 0.004\omega^4)^2} \\ P(\omega) &= -\frac{\omega^2(0.464 + 0.28284\omega^2 + 0.01384\omega^4 + 0.00006\omega^6)}{\omega^4(-1.504 + 0.12\omega^2)^2 + \omega^2(1 - 0.726\omega^2 + 0.004\omega^4)^2}; \\ Q(\omega) &= \frac{\omega(1 - 2.5502\omega^2 + 0.33043\omega^4 - 0.00278\omega^6)}{\omega^4(-1.504 + 0.12\omega^2)^2 + \omega^2(1 - 0.726\omega^2 + 0.004\omega^4)^2}; \end{aligned}$$

Особые точки АФЧХ приведены в таблице 1.

Таблица 1

ω	$()$	∞
$P(\omega)$	-11.6	0
$Q(\omega)$	$-\infty$	0

Задание 3. Годограф АФЧХ при $\omega = 0$ начинается в третьем квадранте. К нулю при $\omega \rightarrow \infty$ стремится также из третьего квадранта (рисунок 3). Пересечений с вещественной или мнимой осями нет.

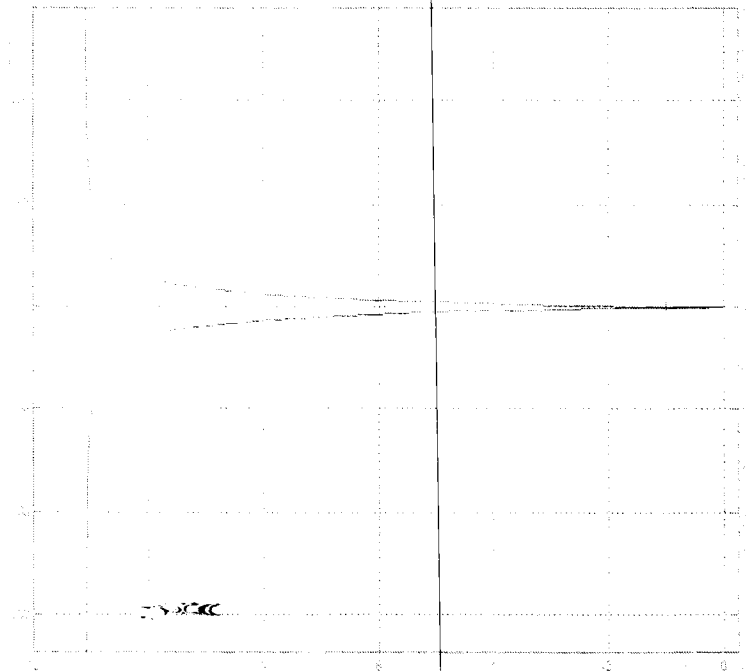


Рисунок 3

Задание 4. Асимптотическая ЛАХ:

$$L(\omega) = 20 \lg K - 20 \lg \omega + 20 \lg \sqrt{T_1^2 \omega^2 + 1} + 20 \lg \sqrt{T_2^2 \omega^2 + 1} + 20 \lg \sqrt{T_3^2 \omega^2 + 1} - 20 \lg \sqrt{T_4^2 \omega^2 + 1} - 20 \lg \sqrt{T_5^2 \omega^2 + 1} - 20 \lg \sqrt{T_6^2 \omega^2 + 1} - 20 \lg \sqrt{T_7^2 \omega^2 + 1};$$

где K – общий коэффициент передачи разомкнутой системы;

$T_1 \dots T_7$ – постоянные времени элементарных динамических звеньев структурной схемы, записанной в стандартном виде.

Асимптотическая ЛФХ:

$$\varphi(\omega) = -\pi/2 + \arctg T_1 \omega + \arctg T_2 \omega + \arctg T_3 \omega - \arctg T_4 \omega - \arctg T_5 \omega - \arctg T_6 \omega - \arctg T_7 \omega.$$

Задание 5. Построение в масштабе ЛАХ и ЛФХ системы.

1. Начальный наклон ЛАХ: -20 дБ/дек
2. Значение ЛАХ при $\omega = 1$ равняется $20 \lg K$, где K – общий коэффициент передачи разомкнутой системы. $K = 25$, следовательно ЛАХ пересекает ось ординат на уровне 27.9588.
3. Строим таблицу значений сопрягающих частот (таблица 2).

Таблица 2

T	0.75	0.7	0.5	0.26	0.2	0.1	0.044
ω	1.(3)	1.43	2	3.846	5	10	22.(72)
Изменение наклона (дБ/дек)	+20	-20	-20	-20	+20	+20	-20

Асимптотическая ЛАХ, построенная по информации из таблицы 2 показана на рисунке 4.

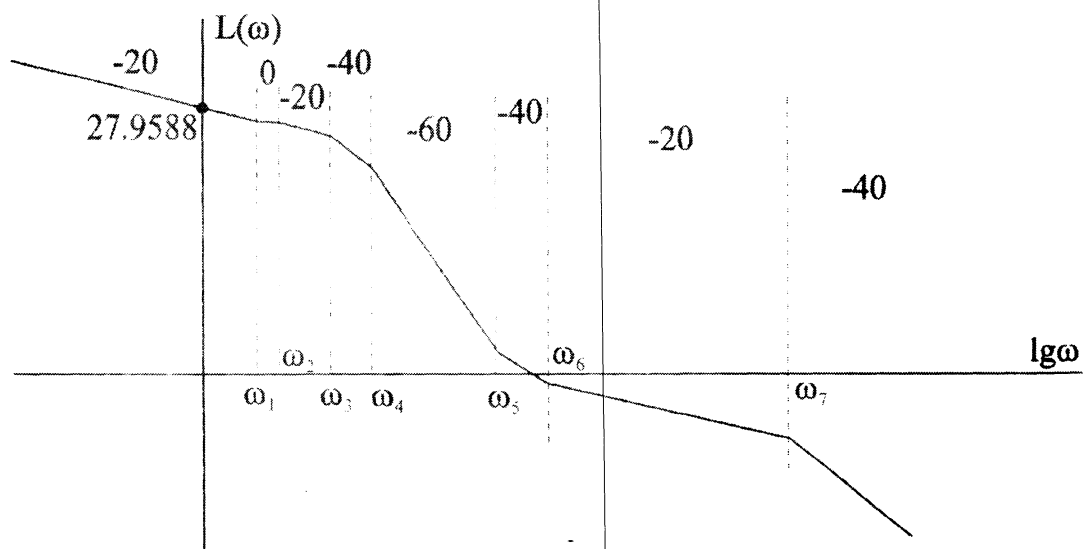


Рисунок 4

На рисунке 5 изображены в масштабе ЛАХ и ЛФХ системы.

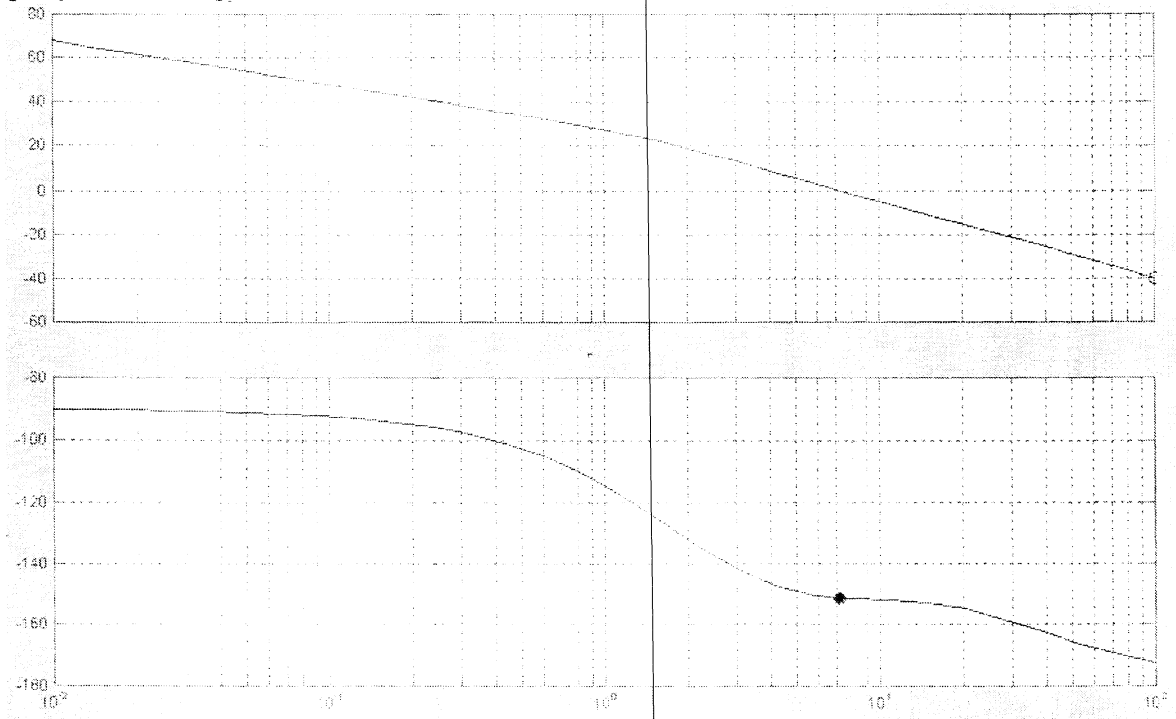


Рисунок 5

Задание 6. Так как степень астатизма системы больше нуля, и характеристический полином разомкнутой системы имеет все корни в левой половине комплексной плоскости (кроме одного в начале координат) то формулировка метода Найквиста будет выглядеть следующим образом:

Для того, чтобы замкнутая система автоматического управления была устойчива необходимо и достаточно, чтобы годограф амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы, дополненный окружностью бесконечно большого радиуса до положительной действительной полуоси при изменении частоты ω от 0 до $+\infty$ не охватывал точку с координатами $(-1, j0)$.

На рисунке 6 изображен интересующий нас участок АФХ. Из рисунка видно, что частотный годограф не охватывает критическую точку. Следовательно замкнутая САУ будет устойчивой.

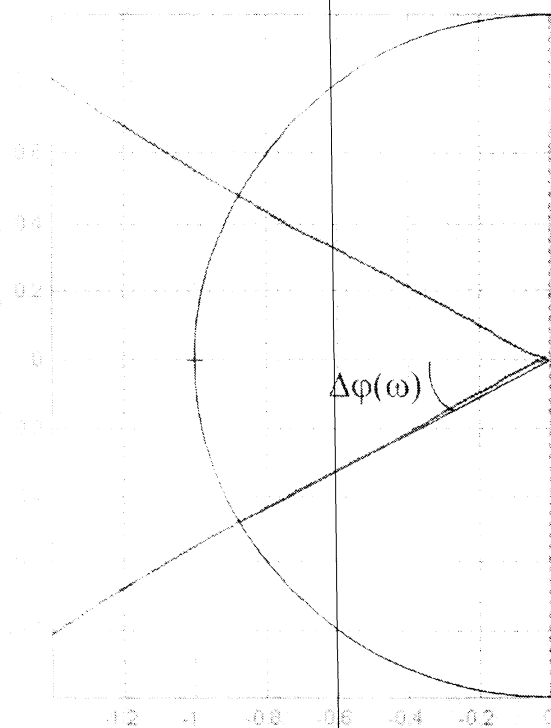


Рисунок 6

Задание 7. Запас устойчивости по фазе составляет 32° (рисунок 6). Ввиду того, что годограф АФХ не пересекает отрицательную действительную полуось, запас устойчивости по амплитуде будет равен 100%.

Задание 8. Передаточная функция замкнутой системы может быть найдена по следующей формуле:

$$\Phi(s) = \frac{W_{\text{ин}}(s)}{1 + W_{\text{ин}}(s)W_{\text{оу}}(s)}$$

$$\text{где } W_{\text{ин}}(s) = \frac{6.25(0.75s + 1)(0.1s + 1)}{s(0.25s + 1)(0.044s + 1)(0.7s + 1)};$$

$$W_{\text{оу}}(s) = \frac{4(0.2s + 1)}{0.5s + 1}.$$

Следовательно, передаточная функция замкнутой системы будет равна

$$\begin{aligned} \Phi(s) &= \frac{6.25(0.75s + 1)(0.1s + 1)}{1 + \frac{6.25(0.75s + 1)(0.1s + 1)}{s(0.25s + 1)(0.044s + 1)(0.7s + 1)} \cdot \frac{4(0.2s + 1)}{0.5s + 1}} = \\ &= \frac{6.25(0.75s + 1)(0.1s + 1)(0.5s + 1)}{s(0.25s + 1)(0.044s + 1)(0.7s + 1)(0.5s + 1) + 25(0.75s + 1)(0.1s + 1)(0.2s + 1)} = \\ &= \frac{0.234s^3 + 3.125s^2 + 8.4375s + 6.25}{0.00385s^5 + 0.1161s^4 + 0.7138s^3 + 1.494s^2 + s + 0.375s^3 + 6.125s^2 + 26.25s + 25} = \\ &= \frac{0.234s^3 + 3.125s^2 + 8.4375s + 6.25}{0.00385s^5 + 0.1161s^4 + 1.0888s^3 + 7.619s^2 + 27.25s + 25}; \end{aligned}$$

Характеристический полином системы:

$$A(s) = 0.00385s^5 + 0.1161s^4 + 1.0888s^3 + 7.619s^2 + 27.25s + 25.$$

Определение устойчивости замкнутой системы методом Рауса. Таблица Рауса имеет следующий вид

/* необходимо привести все промежуточные вычисления */:

0.00385	1.0888	27.25	
0.1161	7.619	25	
0.836	26.425	0	0.033
3.95	25	0	0.1389
21.36	0	0	0.211
25	0	0	0.18375

Так как все элементы первого столбца таблицы имеют один и тот же знак, следовательно характеристический полином замкнутой системы имеет корни только в левой половине комплексной плоскости. Замкнутая САУ устойчива.

Определение устойчивости замкнутой системы методом Гурвица. Строим соответствующие заданной системе определители Гурвица

/* необходимо привести все промежуточные вычисления */:

$$\Delta_1 = 0.1161 > 0;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 0.1161 & 7.619 \\ 0.00385 & 1.0888 \end{vmatrix} = 0.097 > 0;$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 0.1161 & 7.619 & 25 \\ 0.00385 & 1.0888 & 27.25 \\ 0 & 0.1161 & 7.619 \end{vmatrix} = 0.3787 > 0;$$

$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} 0.1161 & 7.619 & 25 & 0 \\ 0.00385 & 1.0888 & 27.26 & 0 \\ 0 & 0.1167 & 7.619 & 25 \\ 0 & 0.00385 & 1.0888 & 27.25 \end{vmatrix} > 0;$$

Все определители Гурвица положительны, следовательно характеристический полином замкнутой системы имеет корни только в левой половине комплексной плоскости. Замкнутая САУ устойчива.

Задание 9. Характеристический полином системы

$$A(s) = 0.00385s^5 + 0.1161s^4 + 1.0888s^3 + 7.619s^2 + 27.25s + 25.$$

После перехода $s \rightarrow j\omega$

$$A(j\omega) = 0.00385(j\omega)^5 + 0.1161(j\omega)^4 + 1.0888(j\omega)^3 + 7.619(j\omega)^2 + 27.25(j\omega) + 25.$$

Вещественная функция Михайлова:

$$\text{Re}(\omega) = 25 - 7.619\omega^2 + 0.1167\omega^4.$$

Мнимая функция Михайлова:

$$\text{Im}(\omega) = \omega(27.25 - 1.0888\omega^2 + 0.00385\omega^4).$$

Для построения годографа Михайлова необходимо решение уравнений

$$\text{Re}(\omega) = 0;$$

$$\text{Im}(\omega) = 0;$$

/* Необходимо привести все промежуточные вычисления */

Таблица 3

ω	0	1.86	5.268	7.86	15.97
$\text{Re}(\omega)$	25	0	-508.67	0	90606
$\text{Im}(\omega)$	0	43.78	0	-199.29	0

Годограф Михайлова (в схематическом виде) изображен на рисунке 7.

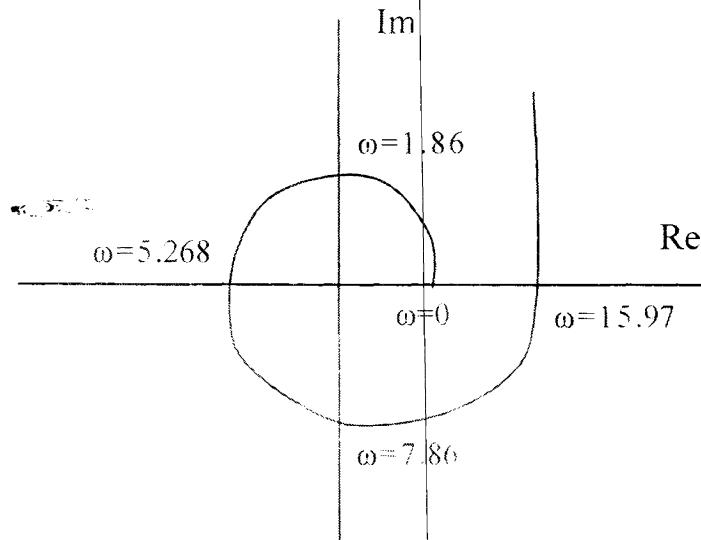


Рисунок 7

Замкнутая САУ будет устойчивой тогда и только тогда, когда годограф Михайлова, при изменении частоты ω от 0 до $+\infty$ начиная с положительной действительной полуоси последовательно и нигде не обращаясь в 0 пересекает n квадрантов комплексной плоскости (где n – порядок характеристического полинома САУ).

Приведенный на рисунке 7 график соответствует критерию Михайлова, следовательно замкнутая САУ устойчива.

Задание 10. Передаточная функция ошибки будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
 \Phi_e(s) &= \frac{1}{1 + W_{\text{ин}}(s)W_{\text{он}}(s)} = \frac{1}{1 + \frac{6.25(0.75s+1)(0.1s+1)}{s(0.25s+1)(0.044s+1)(0.7s+1)} \cdot \frac{4(0.2s+1)}{0.5s+1}} = \\
 &= \frac{s(0.25s+1)(0.044s+1)(0.7s+1)(0.5s+1)}{s(0.25s+1)(0.044s+1)(0.7s+1)(0.5s+1) + 25(0.75s+1)(0.1s+1)(0.2s+1)} = \\
 &= \frac{0.00385s^5 + 0.1116s^4 + 0.7138s^3 + 1.494s^2 + s}{0.00385s^5 + 0.1161s^4 + 1.0888s^3 + 7.619s^2 + 27.25s + 25}.
 \end{aligned}$$

Коэффициенты ошибок системы равны

/* необходимо привести все расчетные формулы и результаты промежуточных вычислений */

$$C_0=0;$$

$$C_1=0.04;$$

$$\frac{C_2}{2!} = 0.016.$$

Задание 11. Переходная функция САУ, полученная с помощью моделирования в программе Matlab приведена на рисунке 8.

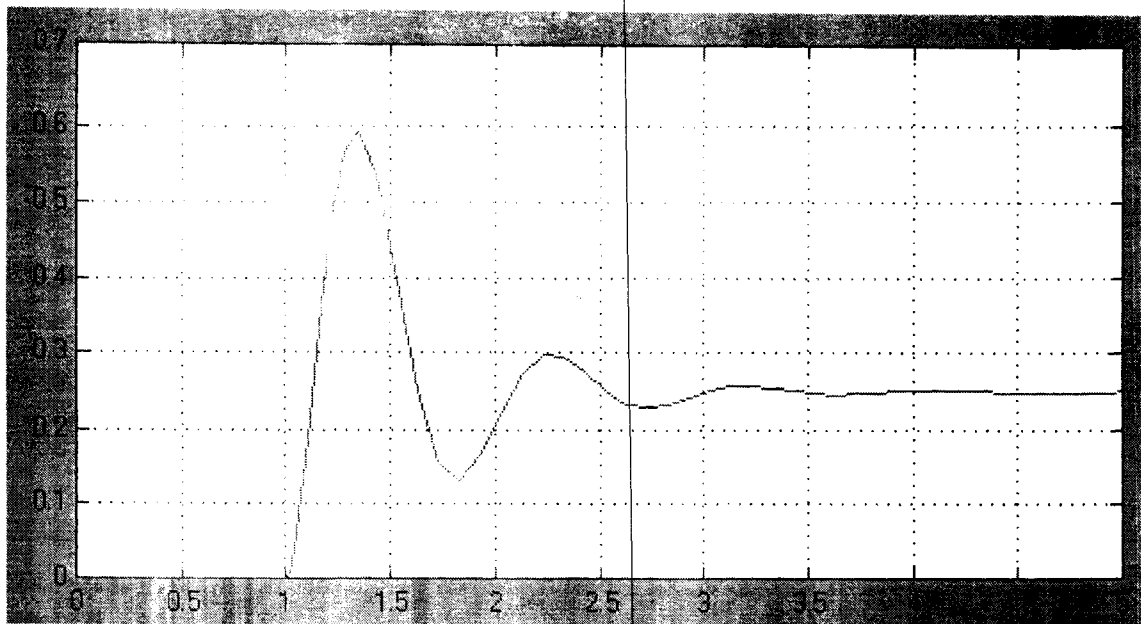


Рисунок 8

Из рисунка видно, что время регулирования $t_p \approx 2.5$ с, а перерегуливание

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h(\infty)}{h(\infty)} \cdot 100\% = \frac{0.6 - 0.25}{0.25} \cdot 100\% = 140\%.$$

Блок В

В 1. Задания к контрольной работе

Студенты должны выполнить одну контрольную работу (для нечетных номеров списка – задание №1, для четных – задание №2) в соответствии с приведенными ниже заданиями. Возможно выполнение контрольных работ и по индивидуальному заданию при согласовании их содержания с преподавателем, ведущим данную дисциплину.

Контрольная работа № 1

На рис.1 представлена структурно-функциональная схема одноконтурной системы управления двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.

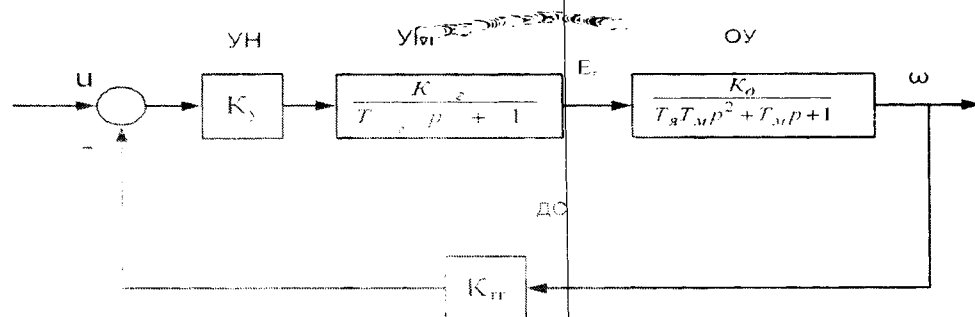


Рис.1

На рис.1 приняты следующие обозначения: ОУ - объект управления (двигатель); УН - полупроводниковый усилитель напряжения; УМ - усилитель мощности (генератор постоянного тока); ДС - датчик скорости (тахогенератор); u - напряжение управления; E_a - э.д.с. генератора; ω - угловая скорость вращения вала двигателя (управляемая переменная); $T_я$, $T_я$, $T_я$ - постоянные времени обмотки возбуждения генератора, якорной

цепи двигателя и электромеханическая постоянная времени двигателя, соответственно.

При выполнении контрольной работы необходимо:

1. По передаточной функции ОУ (рис.1) составить его уравнения состояния в скалярной и векторно-матричной формах; используя численные значения параметров (табл.1), оценить управляемость и наблюдаемость ОУ по критериям Калмана.
2. Вывести в общем виде передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем по управляющему воздействию.
3. Определить устойчивость замкнутой системы по критериям Гурвица и Михайлова.
4. Определить численное значение критического коэффициента усиления системы по Гурвицу и Михайлову.

Таблица 1

Параметры системы	Варианты заданий и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K_c	0.90	0.70	0.65	0.60	0.50	0.60	0.80	0.55	0.50	0.75
$T_{г,с}$	0.050	0.024	0.048	0.056	0.072	0.084	0.096	0.095	0.125	0.100
K_d	0.65	0.80	0.60	0.75	0.90	0.85	0.50	0.55	0.70	0.65
$T_{я,с}$	0.012	0.012	0.024	0.024	0.036	0.036	0.048	0.048	0.036	0.024
$T_m,с$	0.056	0.048	0.048	0.036	0.036	0.048	0.036	0.048	0.056	0.056
K_y	8	10	6	8	5	7	10	8	10	5
$K_{тг}$	0.80	0.55	1.80	1.20	1.50	1.00	0.50	1.60	1.00	1.25

Примечание: значения K_g , T_g выбираются по первой цифре студенческого шифра, остальные параметры - по последней цифре.

Контрольная работа № 2

На рис.2 приведена структурная схема импульсной системы с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ).

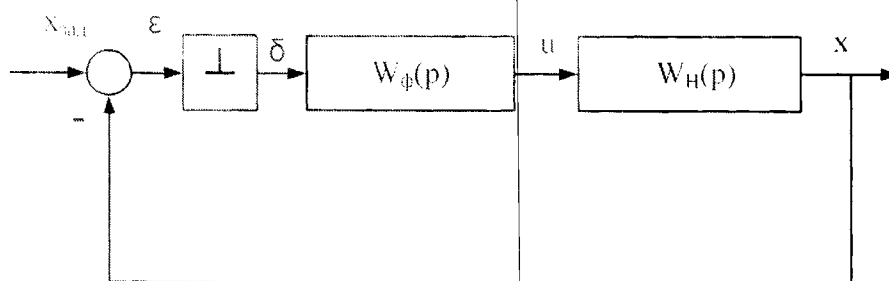


Рис.2

В схеме приняты следующие обозначения:

$W_\phi(p) = \frac{k_H(1 - e^{-pT_H})}{p}$ - передаточная функция формирующего элемента,

где k_H - коэффициент передачи импульсного элемента, T_H - период цикла.

$W_n(p) = \frac{K_n}{p(Tp+1)}$ - передаточная функция непрерывной части системы,

где K_n и T - коэффициент усиления и постоянная времени непрерывной части системы.

Используя численные значения параметров, приведенные в табл.2, необходимо:

1. Оценить устойчивость заданной импульсной системы по характеристическому уравнению.
2. Вычислить критическое значение коэффициента усиления непрерывной части системы $K_{кр}$.
3. Рассчитать и построить переходную характеристику при $K_n=0,8K_{кр}$.

Таблица 2

Исходные параметры	Номер варианта и исходные данные									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K_n	2	4	3	5	4	2	1	3	2	4
T, c	3,0	1,5	2	5	6	6	5	12	2	16
K_n	15	6	2,5	1,2	5	0,3	1,2	0,3	0,6	0,3
T, o	10	7,5	10	12	12	10	10	20	5	20

Примечание: Параметр K_n определяется по первой цифре шифра, остальные параметры - по последней цифре.

В 2. Вопросы к контрольной работе по дисциплине «Теория автоматического управления»

1. Основные понятия и определения в теории автоматического управления.
2. Классификация систем автоматического регулирования.
3. Статические характеристики, способы получения, представления и линеаризации.
4. Временные, переходные и частотные характеристики; передаточные функции, логарифмические частотные характеристики.
5. Структурные схемы. Правила преобразования структурных схем.
6. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем.
7. Типовые звенья и их характеристики. Примеры звеньев.
8. Методы описания объектов, свойства объектов. Статические, астатические и неустойчивые объекты. Примеры объектов.
9. Понятие состояния. Уравнение объекта в переменных состояния. Наблюдаемость и управляемость.
10. Построение АФЧХ разомкнутых и замкнутых систем. Построение вещественной частотной характеристики замкнутой системы с использованием номограмм.
11. Построение ЛЧХ разомкнутой одноконтурной системы.
12. Устойчивость линейных систем. Необходимые и достаточные условия устойчивости. Критерии устойчивости и области их применения.
13. Критерии устойчивости Гурвица, Рауса, Михайлова и Найквиста.
14. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
15. Запас устойчивости. Способы определения запасов устойчивости.
16. Построение переходных характеристик систем.

17. Показатели качества.
18. Способы повышения точности.
19. Определение установившихся ошибок с использованием коэффициентов ошибок.
20. Корневые оценки качества.
21. Интегральные оценки качества.
22. Изменение свойств элементов системы за счет использования обратных связей.
23. Задачи и методы синтеза систем.
24. Синтез систем методом логарифмических характеристик. Построение ЖЛАЧХ по методу В.В.Солодовникова.
25. Использование метода Е.А.Санковского - Г.П.Сигалова для построения ЖЛАЧХ
26. Построение ЖЛАЧХ по методу В.А.Бесекерского.
27. Выбор корректирующих устройств последовательного типа с использованием логарифмических характеристик.
28. Нелинейные системы и их особенности. Основные методы исследования нелинейных систем.
29. Типовые нелинейности и их характеристики.
30. Определение устойчивости и автоколебаний нелинейной системы по фазовым траекториям.
31. Метод гармонической линеаризации.
32. Прямой метод исследования устойчивости А.М. Ляпунова.
33. Абсолютная устойчивость нелинейных систем.
34. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
35. Оптимальные системы управления. Принцип максимума Понтрягина.
36. Адаптивных систем управления в механообработке. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.
37. Понятие чувствительности. Функции чувствительности. Условия нечувствительности.
38. Дискретные системы. Основные понятия и определения.
39. Амплитудно – импульсная модуляция. Передаточная функция модулятора
40. Решетчатые функции. разности и суммы.
41. Z – преобразование.
42. Z – передаточные функции импульсных систем.
43. Частотные характеристики разомкнутых импульсных систем. Способы построения.
44. Устойчивость импульсных систем. Необходимые и достаточные условия устойчивости. Аналог критерия Гурвица.
45. Критерий устойчивости Найквиста для импульсных систем. Определение устойчивости импульсной системы по ~~ПУХ~~
46. Построение логарифмических частотных характеристик импульсных систем.
47. Построение желаемых логарифмических частотных характеристик импульсных систем.
48. Выбор непрерывных и дискретных корректирующих устройств в импульсных системах.
49. Способы построения переходных характеристик импульсных систем.
50. Структуры цифровых систем управления.
51. Типовая структура одноконтурной системы управления с микроЭВМ. Основные требования к САУ с микроЭВМ.
52. Задачи, решаемые ЦВМ. Методы исследования цифровых автоматических систем (ЦАС).
53. Линеаризация ЦАС. Передаточные функции ЦВМ и ЦАС.

54. Устойчивость ЦАС. Оценка качественных показателей.
55. Построение ЖЛАХ ЦАС. Выбор корректирующих устройств.
56. Прямое, параллельное и последовательное программирование работы ЦВМ.
57. Элементы алгебры логики: простые и сложные высказывания, логические операции, реализация логических операций "НЕ", "ИЛИ", "И" при помощи переключателей, реле и элементов "И-НЕ" и "ИЛИ-НЕ".
58. Синтез одноконтурной системы управления несколькими исполнительными устройствами.
59. Синтез одноконтурной системы управления одним исполнительным устройством.
60. Синтез многоконтурной системы управления.
61. Инженерный метод минимизации уравнений, описывающих многоконтурную систему.

Блок Г.

Г 1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

1. Передаточная функция замкнутой системы по входному воздействию, временная характеристика
2. Статическое регулирование, характеристики и статизм регулирования.
3. Критерий устойчивости Гурвица. Привести пример.
4. Функциональная схема системы автоматического управления, назначение элементов.
5. Пример астатического регулятора и его характеристики.
6. Критерий устойчивости Рауса. Привести пример.
7. Общее представление о прямом и обратном преобразованиях Лапласа.
8. Представление передаточных функций системы в операторной форме.
9. Основное условие устойчивости систем автоматического управления. Виды переходных процессов в устойчивой и неустойчивой системах.
10. Статическое и астатическое регулирование. Основное их отличие.
11. Алгебраические критерии устойчивости и в чём заключается их смысл (привести пример).
12. Понятие о логарифмической амплитудно-частотной характеристике звена или системы (ЛАЧХ).
13. Понятие о логарифмической фазочастотной характеристике звена или системы (ЛФЧХ).
14. Основные определения и понятия о нелинейных системах.
15. Усилительное звено и его характеристики.
16. Астатические системы регулирования. Привести пример.
17. Методика построения логарифмических характеристик звена или системы.
18. Функциональная схема системы автоматического управления, и её основные элементы.
19. Основные типовые динамические звенья систем регулирования.
20. Классификация и основные функции систем автоматического управления.
21. Функциональная схема и основные элементы автоматического регулятора.
22. Преобразование Лапласа в применении к теории автоматического регулирования.
23. Безынерционное звено и его характеристики.
24. Автоматический регулятор, понятие, определение и основные элементы.
25. Инерционное звено и его характеристики.
26. Основные способы включения звеньев в системах управления. Привести схемы включения.
27. Что называют системой автоматического регулирования (структурная схема и элементы)

28. Колебательное звено и его характеристики.
29. Методы преобразования структурных схем систем автоматического управления.
Параллельное соединение звеньев.
30. Интегрирующее звено и его характеристики.
31. Последовательное включение звеньев (одноконтурная разомкнутая система).
32. Логарифмический критерий устойчивости САУ.
33. Функциональная схема автоматического регулятора и назначение его элементов.
34. Дифференцирующее звено и его характеристики.
35. Параллельное, согласное включение звеньев системы. Привести пример.
36. Понятие о системах управления и регулирования. Чем отличается регулирование от управления.
37. Аperiodическое звено и его характеристики.
38. Параллельное встречное включение звеньев (обратная связь).
39. Структурная схема автоматического регулирования напряжения генератора постоянного тока.
40. Нахождение Лапласова изображения для линейного дифференциального уравнения.
41. Общие понятия об устойчивости систем автоматического управления. Основное условие устойчивости.
42. Основные виды нелинейностей в системах управления и регулирования.
43. Понятие о функциональных элементах и динамических звеньях системы регулирования.
44. Запаздывающее звено и его характеристики.
45. Понятие о фазовых портретах или годографах систем управления.
46. Основные показатели качества процесса регулирования.
47. Интегро-дифференцирующее звено.
48. Частотные характеристики систем автоматического управления.
49. Структурная схема САУ, которая осуществляет первую функцию управления (пуск, торможение реверс).
50. Структурная схема САУ, которая осуществляет вторую функцию управления (поддержание регулируемой величины с высокой точностью в статике и динамике).
51. Структурная схема САУ, которая осуществляет третью функцию управления (Слежение за вводимыми в систему сигналами).
52. Структурная схема САУ, которая осуществляет четвертую функцию управления (Программное автоматическое управление машинами и механизмами).
53. Структурная схема САУ, которая осуществляет пятую функцию управления (Управление, обеспечивающее автоматический выбор целесообразных режимов работы).