

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

АВТОМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Методические указания и контрольные задания

Для студентов заочного факультета

специализации ***ТОЛААД***

Санкт-Петербург

2007

Одобрено и рекомендовано к изданию
Учебно-методическим советом Университета

Ш87(03)

АВТОМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ: Методические указания и контрольные задания/Университет ГА. С.-Петербург, 2007.

Издаются в соответствии с рабочей программой дисциплины «Автоматика и управление».

Содержат методические указания по изучению разделов дисциплины, контрольные задания и вопросы для самопроверки.

Предназначены для студентов ЗФ специализации ТОЛААД.

Табл. 3, библи. 6 назв.

Составители:

В.И. Неводничий, ст. научн. сотр., доц.

А.Г. Ковалев, ст. преп.

Рецензент А.С. Глазков, канд.техн.наук, доц.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Системы автоматического управления (САУ) используются для управления полетом воздушных судов гражданской авиации, причем их сложность и качество непрерывно повышаются. Широкое использование САУ определяется требованиями обеспечения высокого уровня безопасности, регулярности и экономичности полетов. Качественно новый этап развития бортовых САУ связан с внедрением цифровой вычислительной техники.

Эффективность использования сложных бортовых САУ, исключение ошибок при работе с ними определяются технической грамотностью эксплуатации, активным и творческим отношением к их использованию, как в нормальных, так и в особых условиях полета. Для успешного использования этой техники необходимо знать основы теории автоматического управления и уметь применять полученные знания в процессе профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины "Автоматика и управление" проводится в течение двух семестров.

В соответствии с учебным планом-графиком предусматриваются лекции, лабораторные работы и консультации, проводимые в период экзаменационных сессий.

В каждом семестре студенты выполняют по одному контрольному заданию. После защиты контрольных заданий, выполняемых по мере изучения дисциплины, и лабораторных работ, выполняемых в период экзаменационных сессий, студент допускается к сдаче зачета в первом семестре и экзамена во

втором.

К изучению дисциплины можно приступить только после освоения высшей математики, физики, электротехники, электроники, информатики.

Данная дисциплина является базовой для профилирующих дисциплин специализации ТОЛААД, в которых изучаются приборы контроля работы силовых установок ВС и системы автоматического управления работой авиадвигателей.

Учебника или учебного пособия, освещающего все темы дисциплины нет, тем не менее, в ссылках на литературу по каждому разделу указываются порядковые номера литературных источников из списка литературы и номера глав в них, где студент найдет ответы на все вопросы.

В методических указаниях приводятся вопросы для самостоятельной проверки и контроля, на которые следует ответить. Убедившись, что материал данной темы усвоен, можно переходить к следующей. Контрольные задания можно выполнять только после изучения соответствующего раздела.

Во время лабораторно-экзаменационной сессии читаются лекции по некоторым наиболее важным и трудным вопросам и даются дополнительные указания к каждой теме дисциплины.

При разработке данных методических указаний и контрольных заданий по дисциплине “Автоматика и управление” использованы прежние издания методических указаний “Теория и системы автоматического управления”, авторами которых являлись доктор технических наук, профессор В. М. Кейн и кандидат технических наук, доцент А. И. Красов.

РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные понятия теории автоматического управления.
2. Элементы аналоговых САУ.
3. Элементы цифровых САУ.
4. Динамические свойства звеньев и САУ.
5. Устойчивость и показатели качества САУ.
6. Понятие о методах синтеза линейных непрерывных САУ.
7. Дискретные системы.
8. Методы анализа нелинейных систем управления.
9. Аналоговые и цифровые системы автоматизированного управления полетом (САУП).

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Федоров С.М., Михайлов О.И., Сухих Н.Н. Бортовые информационно-управляющие системы: Учеб. для вузов / Под ред. С.М. Федорова. М.: Транспорт, 1994.
2. Кейн В.М., Красов А.И., Федоров С.М. Системы автоматического управления: Учеб. пособие. Ч. 1, ч. 2 / ОЛАГА. Л., 1978,1979.
3. Жуков С.П., Кейн В.М. Автоматизированные системы УВД: Учеб. пособие / ОЛАГА. Л., 1984.
4. Основы автоматизированных систем управления: Методические указания к выполнению лабораторных работ /Академия ГА.С.-Петербург, 2001.

Дополнительная

5. Ерофеев А. А. Теория автоматического управления: Учебник/СПб: Политехника, 2003.
6. Михайлов О. И., Сухих Н. Н., Федоров С. М. Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы: Учеб. пос. для вузов/ОЛАГА. Л.,1990.

Перечень лабораторных работ

1. Потенциометрические датчики и функциональные преобразователи.
2. Электромеханический интегратор и синусно-косинусный потенциометр.
3. Исследование системы автоматического регулирования второго порядка.
4. Динамика системы траекторного управления СТУ-154.

Примечание. Работы 1, 2 выполняются в первом семестре, работы 3, 4- во втором семестре.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ

РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основные понятия теории автоматического управления

При изучении данного раздела необходимо, прежде всего, уяснить основные определения. Задачи и принципы управления лучше разбирать на примерах. Следует твердо усвоить, из каких элементов состоит структурная схема любой САУ, знать их назначение и функциональные связи между ними. Уметь объяснить по схеме работу САУ на конкретном примере.

Литература: [2, ч.1, гл. 1].

2. Элементы аналоговых САУ

В этом разделе изучаются элементы аналоговых САУ: датчики и функциональные преобразователи, усилители, исполнительные устройства, электромеханические вычислительные устройства и следящие системы. Нужно знать назначение, принципы действия, характеристики, схемы включения датчиков перемещения, скорости, уровня, а также сельсинов и функциональных преобразователей. Знать области применения этих элементов в авиации.

Необходимо понять принцип действия усилителя и знать виды усилителей, используемых в авиационных САУ.

Надо знать типы, режимы работы и основные характеристики исполнительных устройств.

Необходимо знать виды и сравнительные характеристики электромеханических вычислительных устройств. Знать и понимать принципы работы и виды следящих систем.

Литература: [2, ч.1, гл.2-5].

3. Элементы цифровых САУ

Следует знать методы кодирования информации и понять представление ее в двоичном коде. Знать устройство и принцип действия аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

Необходимо уяснить принципы действия элементов цифровых систем обработки информации: логических элементов и элементов памяти (триггеров). Знать виды носителей информации и запоминающих устройств.

Необходимо знать назначение, структуру и области применения микропроцессоров, а также структуру и принцип работы вычислительной микропроцессорной системы.

Литература: [3, гл. 2,3].

4. Динамические свойства звеньев и САУ

Изучая этот раздел, необходимо уяснить математические конструкции и их содержательный физический смысл. Надо усвоить связь между отдельными понятиями, такими как дифференциальное уравнение звена, его передаточная функция, переходная функция и частотная характеристика.

Необходимо изучить типы уравнений, передаточные функции, переходные функции и частотные характеристики типовых динамических звеньев САУ.

Требуется четко понять суть преобразования структурных схем и уметь находить передаточные функции эквивалентных звеньев для различных видов соединений звеньев.

Литература: [2, ч.2, гл.6].

5. Устойчивость и показатели качества САУ

Необходимо твердо усвоить понятие устойчивости системы. Изучить алгебраические критерии устойчивости и частотный критерий Найквиста.

Требуется знать виды и показатели переходных процессов.

Необходимо знать и понимать сущность оценки качества САУ по прямым и общим показателям качества.

Литература: [2, ч.2, гл.7].

6. Понятие о методах синтеза линейных непрерывных САУ

Необходимо четко понять задачу синтеза САУ, получить общие представления о методах синтеза. Усвоить сущность синтеза линейных непрерывных САУ методом логарифмических частотных характеристик.

Литература: [5, гл.10].

7. Дискретные системы

В результате изучения этого раздела следует получить знания о структуре импульсных систем и области их применения.

Литература: [2, ч. 2, гл.9].

8. Методы анализа нелинейных систем управления

Следует получить общее представление о нелинейных системах. Знать виды характеристик нелинейных звеньев и особенности процессов в нелинейных системах.

Необходимо изучить основы метода Ляпунова и метода гармонической линеаризации.

Литература: [2, ч.2, гл. 11].

9. Аналоговые и цифровые системы автоматизированного управления полетом (САУП)

Следует изучить назначение, состав и структуру аналоговых и цифровых САУП, а также получить представление о направлениях их развития.

Литература: [1, гл. 9, 10; 6, гл. 9].

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют два контрольных задания.

Выполнение контрольных заданий является важной частью изучения материала дисциплины, способствует усвоению материала, стимулирует собственное понимание изучаемого предмета.

Контрольное задание должно быть написано от руки, аккуратно, иметь поля. Небрежно выполненные контрольные задания не рецензируются и возвращаются на переработку. При выполнении задания в обычной ученической тетради (в клетку) не рекомендуется писать в каждой строке. При необходимости текст сопровождается пояснительными рисунками, чертежами и схемами, которые должны быть выполнены в размере, удобном для чтения.

Обязательно указывать использованную литературу. В случае затруднения при выполнении контрольных заданий рекомендуется обращаться за консультацией к преподавателю во время лабораторно-экзаменационной сессии.

Следует чрезвычайно внимательно относиться к выбору варианта задания. Ошибка в выборе варианта на контрольное задание влечет за собой обязательное выполнение своего варианта.

Если в процессе защиты контрольного задания выяснится несамостоятельное его выполнение, вариант контрольного задания может быть изменен.

Контрольное задание №1

Цель контрольного задания состоит в том, чтобы закрепить у студента знания, полученные при изучении разделов 1-5 дисциплины и выработать навыки

по составлению уравнений звеньев САУ, определению переходных, весовых и передаточных функций, а также оценке устойчивости систем по алгебраическим критериям.

Контрольное задание выполняется по вариантам.

Для выбора варианта используется табл. 1, ключом к которой является учебный шифр студента. В табл. 1 первая цифра обозначает номер варианта задания, вторая - номер вопроса из него. Вариант задания находится следующим образом: предпоследняя цифра учебного шифра соответствует номеру вертикального столбца, а последняя цифра учебного шифра соответствует номеру горизонтальной строки. Например, для шифра «ТОЛААД» 950072 вариант контрольного задания находится на пересечении вертикального столбца 7 и горизонтальной строки 2 и имеет номер 2-1.

Содержание задания для этого случая:

«Определить переходную и весовую функции усилительного, запаздывающего и апериодического звеньев, заданных уравнениями»:

$$y(t)=5x(t);$$

$$y(t)=5x(t-3);$$

$$T \dot{y} + y=kx.$$

Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	4-1
1	4-2	4-3	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2
2	3-3	4-1	4-2	4-3	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3
3	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3	1-1	1-2	1-3	2-1
4	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3	1-1	1-2
5	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3
6	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	4-1
7	4-2	4-3	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2
8	3-3	4-1	4-2	4-3	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3
9	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3	1-1	1-2	1-3	2-1

Содержание контрольного задания №1

Вариант 1. Составление линейных дифференциальных звеньев САУ

1.1. Составить уравнения следующих звеньев САУ (рис. 1).

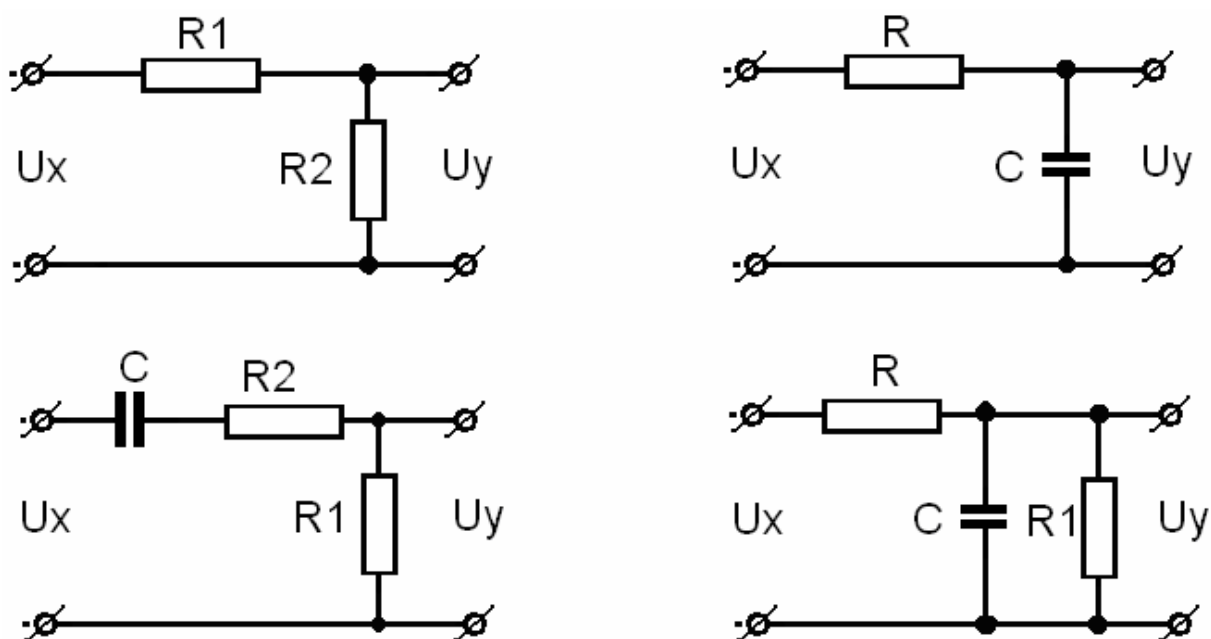


Рис. 1

1.2. Составить дифференциальные уравнения для условий передачи напряжения следующими контурами (рис. 2).

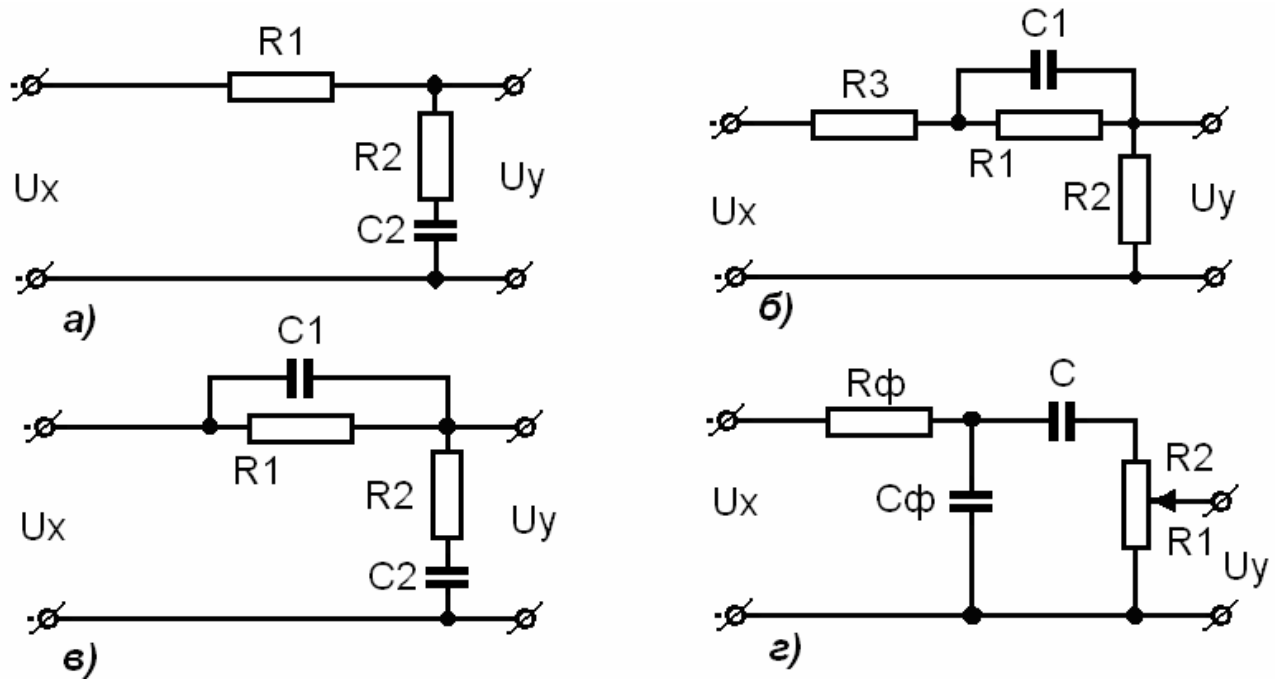


Рис. 2

1.3. Составить дифференциальные уравнения для следующих схем (рис. 3).

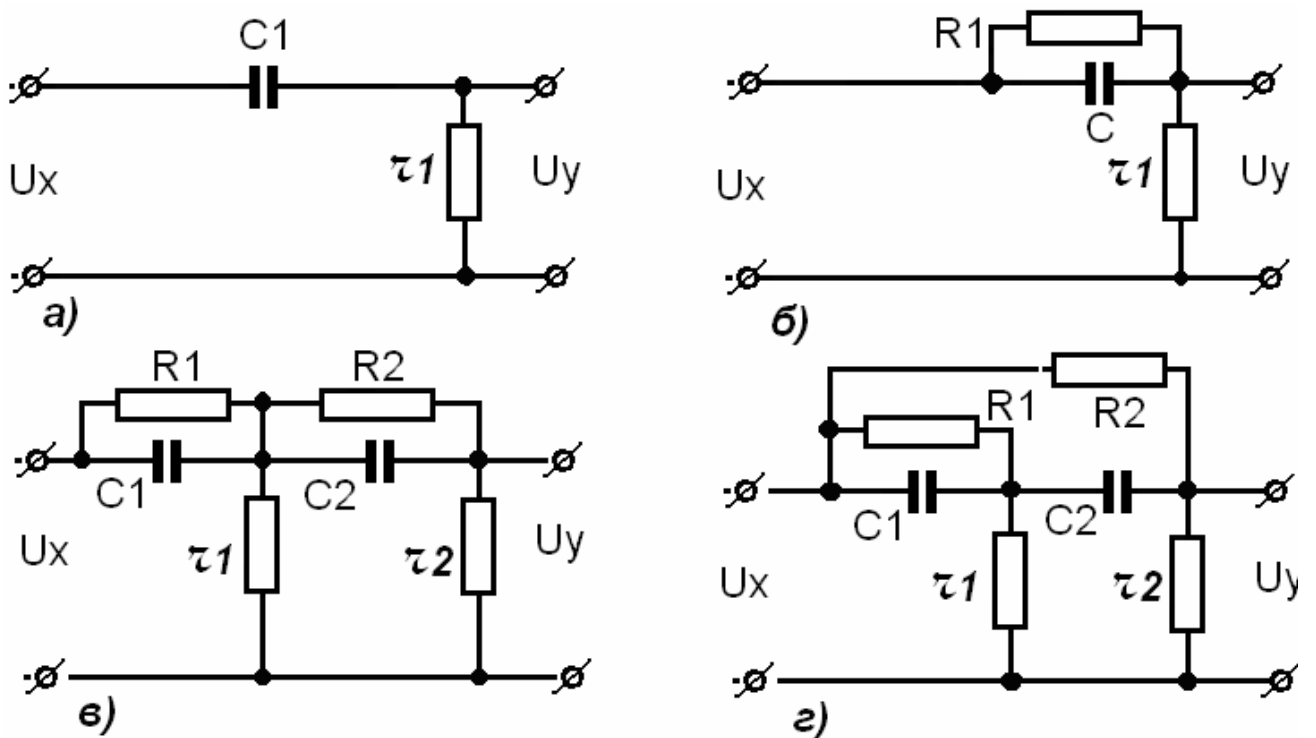


Рис. 3

Вариант 2. Определение переходных и весовых функций

2.1. Определить переходную и весовую функции усилительного, запаздывающего и апериодического звеньев, заданных уравнениями:

$$y(t)=5x(t);$$

$$y(t)=5x(t-3);$$

$$T \dot{y} + y = kx.$$

2.2. Определить переходную и весовую функции апериодического неустойчивого и интегрирующего звеньев, заданных уравнениями:

$$T \dot{y} - y = kx;$$

$$T \dot{y} = kx.$$

2.3. Определить переходную и весовую функции дифференцирующего и форсирующего звеньев, заданных уравнениями:

$$y = T \dot{x};$$

$$y = k(x + T \dot{x}).$$

Вариант 3. Определение передаточных функций линейных звеньев САУ

3.1. Определить передаточные функции звеньев, заданных уравнениями:

$$a_1 \dot{y} + a_0 y = b_0 x;$$

$$a_1 y = b_0 \dot{x} + b_0 x;$$

$$a_2 \ddot{y} + a_1 \dot{y} + a_0 y = b_0 x;$$

$$a_2 \ddot{y} + a_0 y = b_0 x;$$

$$a_0 y = b_2 \ddot{x} + b_1 \dot{x} + b_0 x;$$

$$a_0 y = b_1 \dot{x};$$

$$a_1 \dot{y} + a_0 y = b_1 \dot{x};$$

$$a_1 \dot{y} = b_0 x.$$

3.2. Определить передаточные функции электрических схем, описываемых дифференциальными уравнениями:

$$T\dot{u}_y + u_y = u_x;$$

$$T\dot{u}_y + u_y = k\dot{u}_x;$$

$$T_1\dot{u}_y + u_y = T_2\dot{u}_x + u_x;$$

$$T_2\dot{u}_y + u_y = k(T_1\dot{u}_x + u_x);$$

$$T_1T_2\ddot{u}_y + (T_1 + T_2 + R_1C_2)\dot{u}_y + u_y = T_1T_2\ddot{u}_x + (T_1 + T_2)\dot{u}_x + u_x;$$

$$TT_\phi\ddot{u}_y + (T + T_\phi + R_\phi C)\dot{u}_y + u_y = kTu_x.$$

3.3. Определить передаточные функции электрических схем, описываемых дифференциальными уравнениями:

$$T_1\dot{u}_y + \dot{u}_y = T_1\dot{u}_x;$$

$$T_1\dot{u}_y + \left(1 + \frac{R_1}{r_1}\right)u_y = T_1\dot{u}_x + u_x;$$

$$T_2T_3\ddot{u}_y + (T_3 + T_4)\dot{u}_y + u_y = k_1[T_1T_2\ddot{u}_x + (T_1 + T_2)\dot{u}_x + u_x];$$

$$T_L + T_C\ddot{u}_y + T_C\dot{u}_y = k_2u_x,$$

а также безинерционного электродвигателя с независимым возбуждением, для которого уравнение, связывающее угол поворота выходного вала α с напряжением U , приложенных к якору, имеет вид:

$$\alpha = \frac{1}{T} \int_0^T u dt,$$

где $T=1/k_1$, k_2 - постоянный коэффициент.

Вариант 4. Оценка устойчивости САУ

4.1. Оценить устойчивость двух систем по критерию Вышнеградского, имеющих передаточную функцию в разомкнутой системе:

$$W_{(p)} = \frac{3p + 10}{0,1p^3 + 0,2p^2 + 0,5p + 1}$$

и характеристическое уравнение замкнутой системы:

$$0,1p^3 + 17p^2 + 800p + 50000 = 0$$

4.2. Оценить устойчивость двух систем, имеющих передаточную функцию разомкнутой системы:

$$W_{(p)} = \frac{10p + 1}{p^2(5p + 1)}$$

и характеристический полином замкнутой системы:

$$M(p) = p^4 + 2p^3 + p^2 + 10p + 20.$$

4.3. Оценить устойчивость двух систем по критерию Гурвица, имеющих характеристический полином:

$$M(p) = p^4 + 3p^3 + 10p^2 + 2p + 5$$

и передаточную функцию замкнутой системы:

$$W_{(p)} = \frac{5p + 20}{p^3 + 2p^2 + 3p + 1}$$

Контрольное задание №2

Цель контрольного задания состоит в том, чтобы закрепить у студента

знания об основных понятиях автоматического управления и выработать навыки составления описания САУ в форме динамических структурных схем, уравнений и передаточных функций, а также анализа устойчивости систем.

Содержание контрольного задания №2

Заданы структурная схема системы автоматического регулирования и уравнения отдельных звеньев.

Требуется:

- найти передаточные функции звеньев;
- путем последовательного преобразования схемы найти передаточную функцию замкнутой системы;
- составить дифференциальное уравнение системы;
- составить характеристическое уравнение системы;
- определить по коэффициентам характеристического уравнения, устойчива ли система.

Структурная схема (рис.4) выбирается по последней цифре шифра студента.

Каждое звено системы описывается уравнением не выше второго порядка:

$$a_0 \frac{d^2y}{dt^2} + a_1 \frac{dy}{dt} + a_2 y = b_0 \frac{dx}{dt} + b_1 x,$$

где x - входная величина звена;

y - выходная величина звена.

Значение коэффициентов выбираются из табл. 2. Номер строки должен соответствовать предпоследней цифре шифра студента.

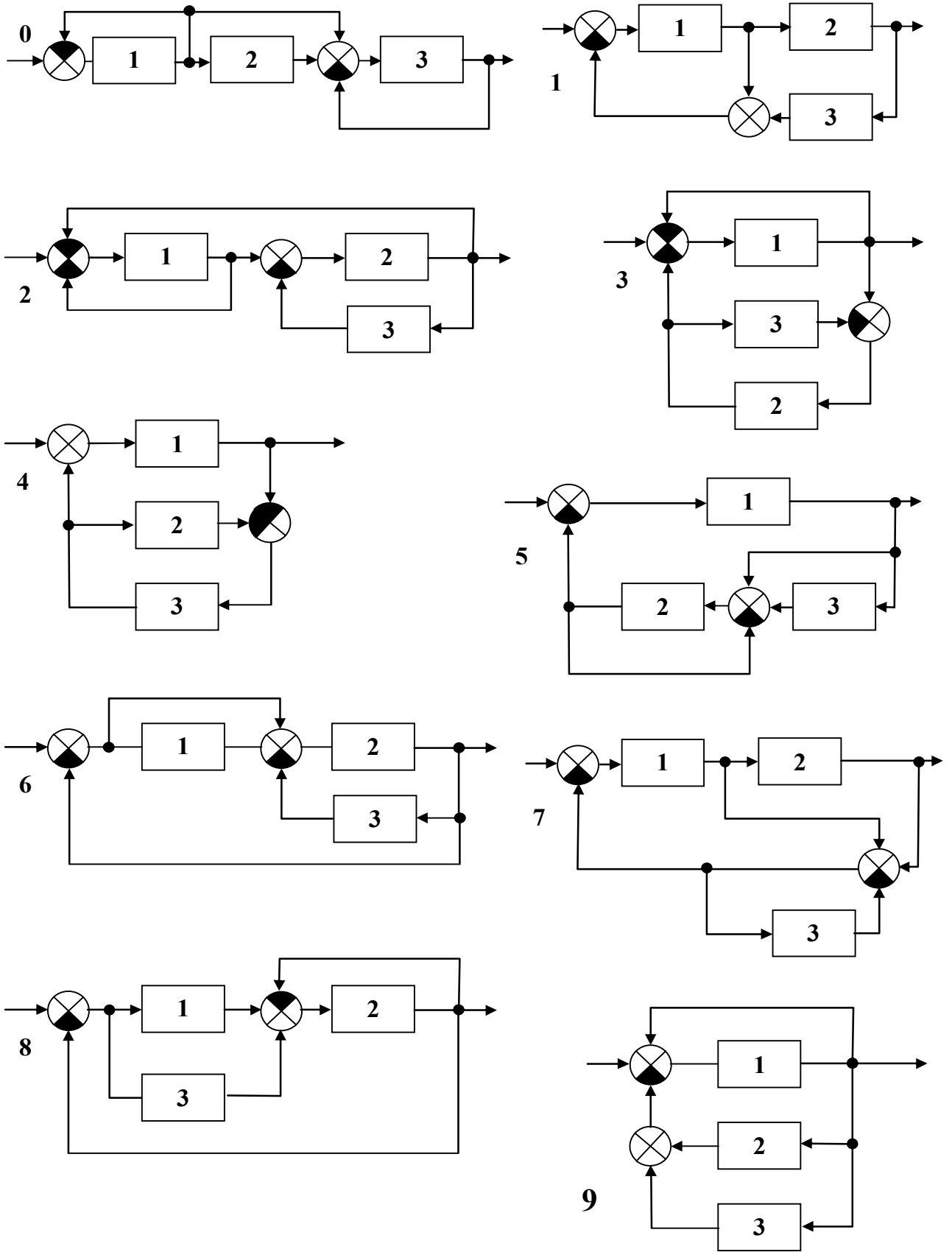


Рис. 4

Таблица 2

№ звена		1					2					3				
Коэффициенты уравнения		a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁	a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁	a ₀	a ₁	a ₂	b ₀	b ₁
Предпоследняя цифра шифра	0	0,1	1	10	1	0,5	0	0,3	1	0	100	0,1	1	0	1	15
	1	0,5	5	1	0	7	0,2	0	1	10	3	0	0,1	1	0	60
	2	0,8	0,3	1	0	12	0	1	1	0	50	0,5	6	3	1	0,9
	3	0,6	0,2	0,7	1	1	6	1	0	0	26	0	0	5	30	0
	4	1	0,1	0,01	1	0	0	1	0	0	5	0,7	0	0,1	0	7
	5	1	10	0	6	1	8	10	0,1	0	31	0	1	0,3	0	0,52
	6	0,01	5	1	0	19	0	6	0	0	100	0,8	2	5	90	0
	7	0,03	0	0,1	0	17	9	2	0,1	1	3	0	8	0,2	0	12
	8	0,9	2	7	0	5	0	0	1	0	17	0,9	5	0	1	2
	9	0,1	0,5	0	30	98	10	1	0	0	95	0	0	1	0	68

Методические указания по выполнению задания

Пусть структурная схема системы регулирования имеет вид, показанный на рис.5, а выбранная строка из табл. 2 содержит такие данные (табл. 3).

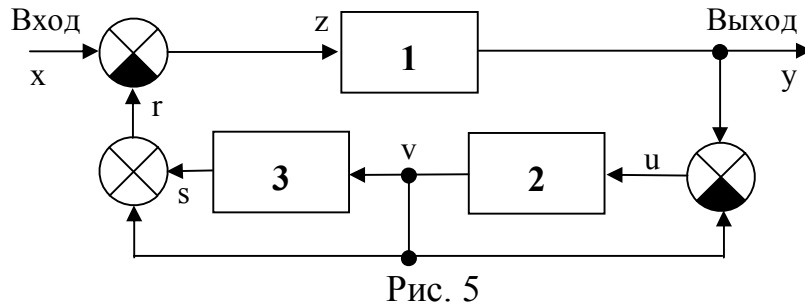


Таблица 3

1 звено					2 звено					3 звено				
a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	a_0	a_1	a_2	b_0	b_1	a_0	a_1	a_2	b_0	b_1
0,1	0,7	2,4	0	4,5	0	1	0	0	15	0	0	1	10	0

Обозначив все переменные буквами x , y , z , u , v , r , s , запишем уравнение звеньев в виде:

$$1) \quad 0,1 \frac{d^2 y}{dt^2} + 0,7 \frac{dy}{dt} + 2,4 y = 4,5 z;$$

$$2) \quad \frac{dv}{dt} = 15u;$$

$$3) \quad s = 10 \frac{dv}{dt}.$$

Перепишав эти уравнения в операторной форме:

$$(0,1p^2 + 0,7p + 2,4) y = 4,5z;$$

$$pv = 15u;$$

$$s = 10pv$$

находим передаточные функции звеньев:

$$W_2(p) = \frac{4,5}{0,1p^2 + 0,7p + 2,4};$$

$$W_3(p) = \frac{15}{p}; \quad W_4(p) = 10p.$$

Упрощаем структурную схему. Для этого прежде всего перерисуем схему, как показано на рис. 6, здесь 4 и 5 – фиктивные звенья с передаточными функциями $W_4(p) = W_5(p) = 1$. Звенья 2 и 5 соединены обратной связью, а звенья 3 и 4 – параллельно. Заменяя части схемы (рис. 6), обведенные штриховыми линиями, эквивалентными звеньями, получим новую эквивалентную схему (рис.7); передаточные функции эквивалентных звеньев имеют вид:

$$W_2'(p) = \frac{W_2(p)}{1 + W_2(p)} = \frac{15}{p + 15}; \quad W_3'(p) = W_3(p) + 1 = 10p + 1.$$

Заменяя последовательно соединенные звенья 2' и 3' одним эквивалентным, получим новую схему (рис. 8), которой соответствует следующая передаточная функция:

$$W_6(p) = W_2'(p) W_3'(p) = \frac{150p + 15}{p + 15}.$$

Звенья 1 и 6 соединены обратной связью. Заменяя эти два звена одним эквивалентным, получим схему (рис 9), которой соответствует следующая передаточная функция:

$$W_3(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) W_6(p)} = \frac{4,5p + 67,5}{0,1p^3 + 2,2p^2 + 687,9p + 103,5} = \frac{y(p)}{x(p)}.$$

Это-передаточная функция замкнутой системы. Отсюда уравнение системы в операторной форме:

$$(p^3 + 22p^2 + 6879p + 1035) y = (45p + 675)x$$

или в форме дифференциального уравнения:

$$\frac{d^3y}{dt^3} + 22 \frac{d^2y}{dt^2} + 6879 \frac{dy}{dt} + 1035y = 45 \frac{dx}{dt} + 675x.$$

Характеристическое уравнение имеет вид:

$$p^3 + 22p^2 + 6879p + 1035 = 0.$$

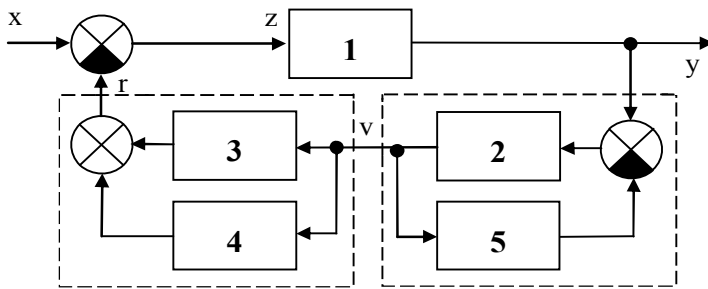


Рис. 6

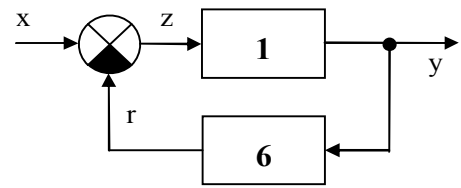


Рис. 8

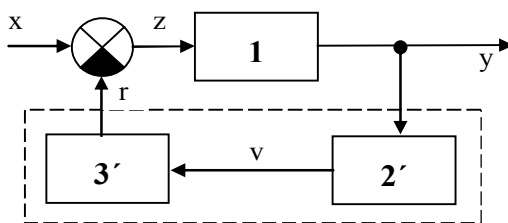


Рис. 7

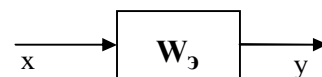


Рис. 9

Это уравнение третьей степени, поэтому для определения устойчивости можно воспользоваться критерием Вышнеградского. В данном случае все коэффициенты характеристического уравнения положительны. Кроме того,

$22 \cdot 6879 > 1 \cdot 1035$, что свидетельствует об устойчивости системы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что понимают под системой управления?
2. Назовите основные режимы работы систем управления.
3. Какие переменные состояния системы относятся к входным и выходным величинам?
4. Что называется управляемым объектом?
5. В чем разница между управляющими и возмущающими воздействиями?
6. Что называется регулятором?
7. Назовите и поясните сущность основных задач управления.
8. В чем состоит общность и различие основных задач управления?
9. Поясните на примерах, в чем состоит разница между принципами управления по отклонению и возмущению.
10. Нарисуйте и поясните обобщенную структурную схему САУ.
11. Назовите классы и виды датчиков, применяемых в САУ.
12. Назовите виды усилителей, применяемых в САУ.
13. Назовите типы исполнительных устройств, применяемых в САУ.
14. Для чего предназначены следящие системы? Поясните принцип работы следящей системы воспроизведения угла.
15. Каким образом представляется информация в двоичном коде?
16. Назовите виды логических элементов и триггеров. Поясните их принцип действия.
17. Из каких элементов состоит вычислительная микропроцессорная система?
В чем заключается принцип ее работы?

18. Поясните способы графической линеаризации дифференциальных уравнений.
19. Что называется коэффициентом передачи линейного элемента САУ?
20. Что называется передаточной функцией линейного элемента САУ?
21. Что называется переходной функцией линейного элемента САУ?
22. Что называется частотными характеристиками линейного элемента САУ?
23. Поясните переход от дифференциального уравнения к передаточной функции и обратно.
24. Для чего нужны типовые входные воздействия? Какие динамические характеристики с ними связаны?
25. Назовите виды типовых динамических звеньев САУ.
26. Выведите передаточную и переходную функции для апериодического звена первого порядка.
27. В чем заключается суть преобразований структурных схем САУ?
28. Выведите соотношения для передаточной функции звена, эквивалентного двум звеньям, соединенным последовательно, параллельно и обратной связью.
29. Что называется обратной связью? Назовите виды обратной связи.
30. Чем отличается “гибкая” обратная связь от “жесткой”?
31. Поясните физический смысл понятия “устойчивость” системы.
32. Каким условиям удовлетворяют корни характеристического уравнения устойчивой системы?

33. Каким условиям удовлетворяют коэффициенты уравнения устойчивой системы?
34. В чем заключается достаточное условие устойчивости систем третьего порядка?
35. Поясните суть алгебраических критериев устойчивости Рауса и Гурвица.
36. Что представляет собой амплитудно-фазовая характеристика системы?
37. Постройте логарифмические частотные характеристики для инерционного звена.
38. В чем заключается суть частного критерия устойчивости Найквиста?
39. По каким показателям оцениваются переходные процессы в САУ?
40. По каким показателям оценивается качество систем управления?
41. В чем состоит задача синтеза САУ?
42. Какие существуют методы синтеза САУ?
43. Нарисуйте и поясните структурную схему импульсной системы.
44. Назовите виды нелинейных характеристик звеньев системы.
45. Назовите методы оценки устойчивости нелинейных систем управления и сформулируйте их основные положения.
46. Перечислите состав и назначение основных элементов аналоговой САУП.
Поясните принцип ее работы.
47. Перечислите состав и назначение основных элементов цифровой САУП.
Поясните принцип ее работы.
48. Назовите основные направления развития САУП.