

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11

### Разработка и реализация моделей задач систем управления технологическими процессами

**Цель работы** - ознакомиться с основными приемами моделирования систем управления

#### Порядок выполнения работы

1. Решить дифференциальное уравнение аналитическим и операторным методом. Результаты представить в виде таблицы и графика.

#### Варианты заданий

1.  $y'' - 4y' + 3y = 5$     2.  $y'' + 3y' + 2y = 5$     3.  $y'' + 6y' + 5y = 3$

4.  $y'' + 2y' + y = 4$     5.  $y'' - 7y' + 12y = 5$     6.  $y'' - 6y' + 9y = 3$

7.  $y'' - 4y' + 4y = 6$     8.  $y'' + 2y' + 10y = 3$     9.  $y'' - 2y' - y = 4$

10.  $y'' - 8y' + 7y = 6$

Начальные условия:

$y(0) = 0; y'(0) = 0.$

2. Вывести формулу передаточной функции по заданному дифференциальному уравнению.

#### Варианты заданий

1.  $6 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 4 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 10 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 4x_{\text{ВЫХ}}(t) = 2 \frac{d^4}{dt^4} x_{\text{ВХ}}(t) + 10 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВХ}}(t)$

2.  $9 \frac{d^4}{dt^4} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 6 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 3 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 30x_{\text{ВЫХ}}(t) = 9 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВХ}}(t) - 6 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$

3.  $14 \frac{d^5}{dt^5} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 7 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 14 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 7x_{\text{ВЫХ}}(t) = 7 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВХ}}(t)$

4.  $60 \frac{d^4}{dt^4} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 16 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 4x_{\text{ВЫХ}}(t) = -4 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВХ}}(t) + 4x_{\text{ВХ}}(t)$

5.  $15 \frac{d^6}{dt^6} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 9 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 12 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 3x_{\text{ВЫХ}}(t) = 6 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВХ}}(t)$

6.  $4 \frac{d^4}{dt^4} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 8 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВХ}}(t) + 12 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$

7.  $22 \frac{d^4}{dt^4} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 33 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 11 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + x_{\text{ВЫХ}}(t) = 44 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВХ}}(t) + x_{\text{ВХ}}(t)$

8.  $12 \frac{d^5}{dt^5} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 6 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 12 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 12x_{\text{ВЫХ}}(t) = 2 \frac{d^4}{dt^4} x_{\text{ВХ}}(t) + 4x_{\text{ВХ}}(t)$

9.  $20 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 16 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 12 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 4x_{\text{ВЫХ}}(t) = -\frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВХ}}(t) + 4x_{\text{ВХ}}(t)$

$$10. \quad 15 \frac{d^5}{dt^5} x_{\text{ВЫХ}}(t) - 90 \frac{d^3}{dt^3} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 12 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 30 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 6 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

3. Определите тип звена и его параметры по заданному дифференциальному уравнению.

**Варианты заданий**

$$1. \quad 6 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 12 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 48 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$2. \quad 30 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 120 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$3. \quad 8 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 10 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 16 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 72 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$4. \quad 3 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 15 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 300 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$5. \quad 250 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 5 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 500 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$6. \quad 2 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 4 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 6 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$7. \quad 40 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 20 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 80 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$8. \quad 45 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 90 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 180 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$9. \quad 300 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 6 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 24 x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$10. \quad 5 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 25 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 250 x_{\text{ВХ}}(t)$$

4. Нарисовать амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) для звена по заданному дифференциальному уравнению.

**Варианты заданий**

$$1. \quad 50 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 100 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 50 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$2. \quad 60 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 30 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 90 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$3. \quad 10 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 100 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 1000 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$4. \quad 100 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 10 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 100 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$5. \quad 25 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 50 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 100 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$6. \quad 30 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 120 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$7. \quad 20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 40 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 80 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$8. \quad 80 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 20 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 40 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$9. \quad 20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 80 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

$$10. \quad 20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 10 x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60 \frac{d}{dt} x_{\text{ВХ}}(t)$$

5. Нарисовать фазо-частотную характеристику (ФЧХ) для звена по заданному дифференциальному уравнению.

**Варианты заданий**

1.  $20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 80x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60x_{\text{ВХ}}(t)$
2.  $20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 10x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60x_{\text{ВХ}}(t)$
3.  $15 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 30x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60x_{\text{ВХ}}(t)$
4.  $40 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 20x_{\text{ВЫХ}}(t) = 80x_{\text{ВХ}}(t)$
5.  $45 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 90x_{\text{ВЫХ}}(t) = 180x_{\text{ВХ}}(t)$
6.  $60 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 30 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 90x_{\text{ВХ}}(t)$
7.  $10 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 100 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 1000x_{\text{ВХ}}(t)$
8.  $100 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 10 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 100x_{\text{ВХ}}(t)$
9.  $20 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 40 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 80x_{\text{ВХ}}(t)$
10.  $80 \frac{d^2}{dt^2} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) = 40x_{\text{ВХ}}(t)$

6. Нарисовать годограф для звена по заданному дифференциальному уравнению.

#### Варианты заданий

1.  $20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 40x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60x_{\text{ВХ}}(t)$
2.  $25 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 50x_{\text{ВЫХ}}(t) = 100x_{\text{ВХ}}(t)$
3.  $50 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 100x_{\text{ВЫХ}}(t) = 50x_{\text{ВХ}}(t)$
4.  $60 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 30x_{\text{ВЫХ}}(t) = 90x_{\text{ВХ}}(t)$
5.  $10 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 100x_{\text{ВЫХ}}(t) = 1000x_{\text{ВХ}}(t)$
6.  $40 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 20x_{\text{ВЫХ}}(t) = 80x_{\text{ВХ}}(t)$
7.  $45 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 90x_{\text{ВЫХ}}(t) = 180x_{\text{ВХ}}(t)$
8.  $360 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 120x_{\text{ВЫХ}}(t) = 600x_{\text{ВХ}}(t)$
9.  $30 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 120x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60x_{\text{ВХ}}(t)$
10.  $20 \frac{d}{dt} x_{\text{ВЫХ}}(t) + 10x_{\text{ВЫХ}}(t) = 60x_{\text{ВХ}}(t)$

7. Нарисовать переходный процесс для звена заданного типа с заданными параметрами.

Вариант	Тип звена	$k$	$T$ , сек
1	Дифференцирующее звено	10	2
2	Дифференцирующее звено	15	5
3	Апериодическое звено	20	10
4	Интегрирующее звено	12	6
5	Дифференцирующее звено	25	50
6	Апериодическое звено	10	2
7	Интегрирующее звено	15	5
8	Дифференцирующее звено	20	10

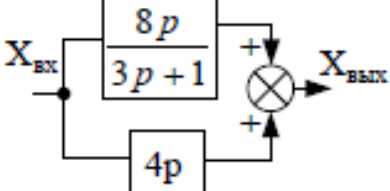
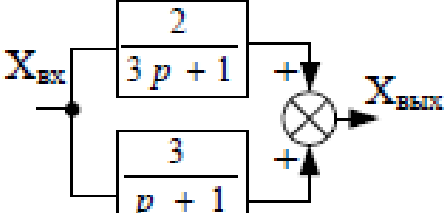
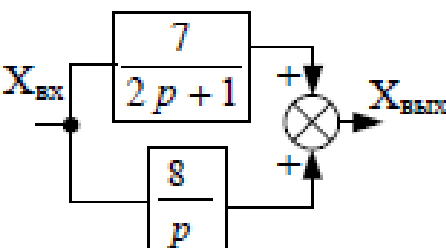
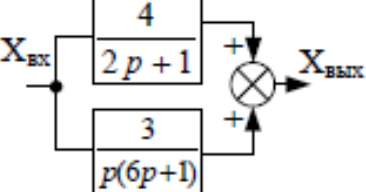
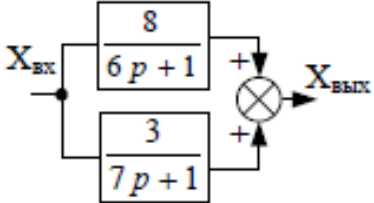
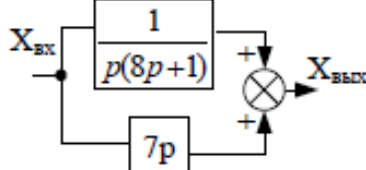
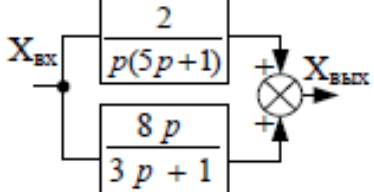
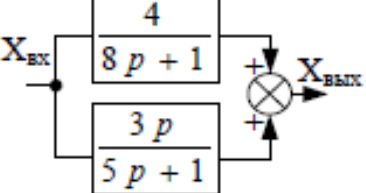
9	Апериодическое звено	12	6
10	Интегрирующее звено	25	50

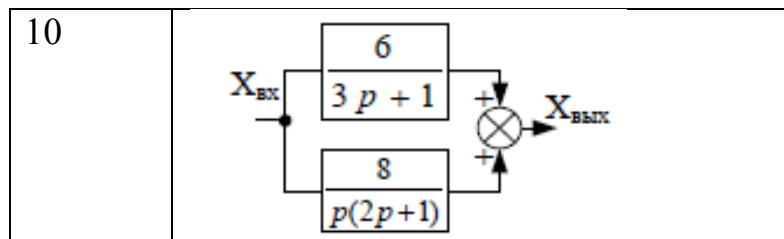
8. Нарисовать переходный процесс для системы, заданной на рисунке.

Вариант	Система
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

9. Нарисовать АЧХ для параллельного соединения двух звеньев заданного типа с заданными параметрами.

Вариант	Система
1	

2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	



### Контрольные вопросы

1. Типы систем автоматического управления.
2. Управление технологическими процессами.
3. Типовые функциональные схемы
4. Режимы работы систем управления (принципы управления)
5. Переходный режим работы систем управления.
6. Динамические характеристики систем
7. Что такое переходная функция систем управления?
8. Дать определение линейной системы управления.
9. Что такое передаточная функция объекта управления?
10. Типовые звенья математических моделей.
11. Передаточная функция системы