

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра технічної кібернетики

Теорія автоматичного управління - 1

Комп'ютерний практикум №1

«Теоретичні основи теорії оптимального управління в системах автоматичного управління та математичний опис лінійних неперервних автоматичних систем»

Перевірів:

ст. вик. каф. ТК
Цьопа Н. В.

Виконали:

Студенти групи ІК-72
Мащенко Б. В.
Міщенко Р. В.

Частина 1

Подані нижче системи можуть бути представлені у вигляді функціональних схем, що відображають причинно-наслідкові зв'язки між елементами і зворотний зв'язок (якщо такий існує). Кожен блок повинен відповідати функціональному призначенню елемента.

Завдання №1.5: На атомних електростанціях важливе значення має управління ядерним реактором. Вважаючи, що кількість нейтронів в активній зоні пропорційно дорівнює потужності, для вимірювання останнього використовується іонізаційна камера. Струм іонізаційної камери i_0 пропорційний рівню потужності. Положення графітових регулюючих стрижнів дозволяє підтримувати заданий рівень потужності. Доповніть зворотним зв'язком систему управління ядерним реактором [рис. 1.4 (3)] і зобразіть функціональну схему даної системи.

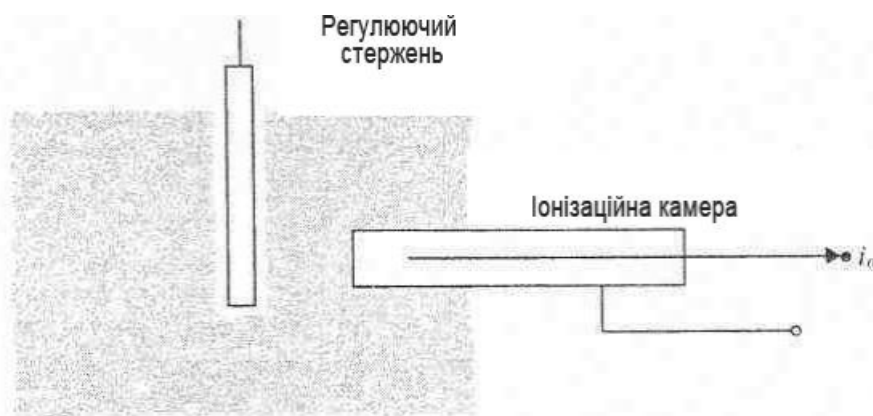


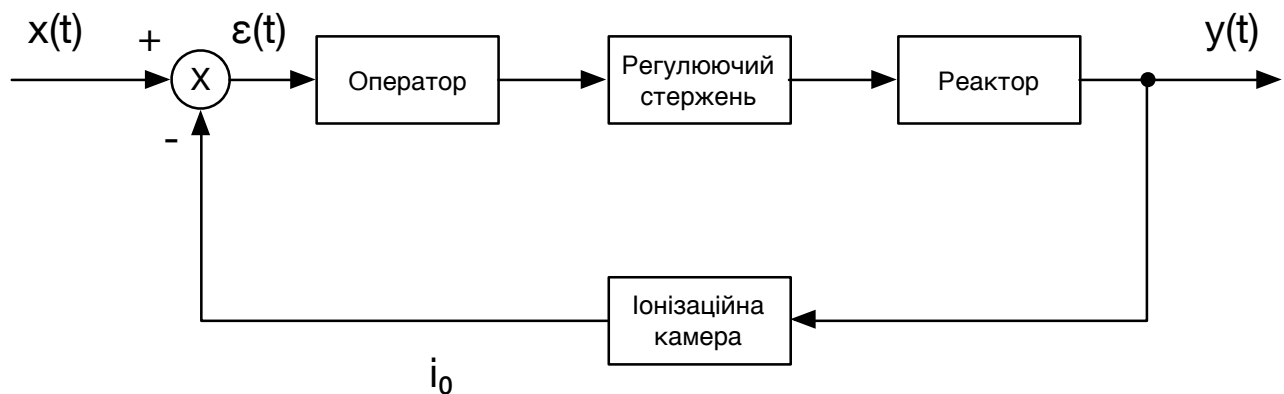
Рис. 1.4 (3). Управління ядерним реактором

За наведеним прикладом, ми можемо визначити, що Керуючим пристроєм є Оператор, Виконавчим пристроєм є Регулюючий стрижень, а Об'єктом управління є Реактор атомної станції. Іонізаційна камера є Датчиком.



У даній системі кількість нейтронів пропорційна потужності, яка пропорційна електричному струму, який ми реєструємо за допомогою Іонізаційної камери. Тобто електричний струм є заданою (вхідною) величиною $x(t)$, та регульованою (вихідною) величиною $y(t)$. Тоді струм який регеструє іонізиційна позначимо як i_0 , а різницю між $y(t)$ та $x(t)$ як $\varepsilon(t)$. Однак контролюємо ми кількість нейтронів, яка пропорційна потужност.

В результаті ми отримуємо таку блок-схему:



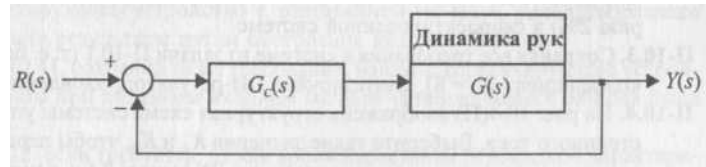
Висновки:

У даному завданні були набуті навички побудови функціональних схем залежностей між елементами системи. Було встановлено функціональне призначення кожного елемента системи відповідно до поставлених задач.

Частина 2

Варіант №1:

1. Маючи (1.1) отримати рівняння динаміки об'єкта управління в операторній формі;
2. Привести рівняння динаміки об'єкта управління до диференційної форми;
3. Побудувати графік реакції системи на $U(t)$ (при необхідності попередньо знайшовши зображення функції $U(s)$).



Структурна схема системи управління роботом «Manutec»

Передавальна функція об'єкта управління:

$$G(s) = \frac{K}{s(s + 2)(s + 40)(s + 45)} \quad (1.1)$$

$U(t)$ - функція управління. $U(t) = a(t)$, де $a=3$, $K=250$

Передавальна функція замкнутої системи має вигляд:

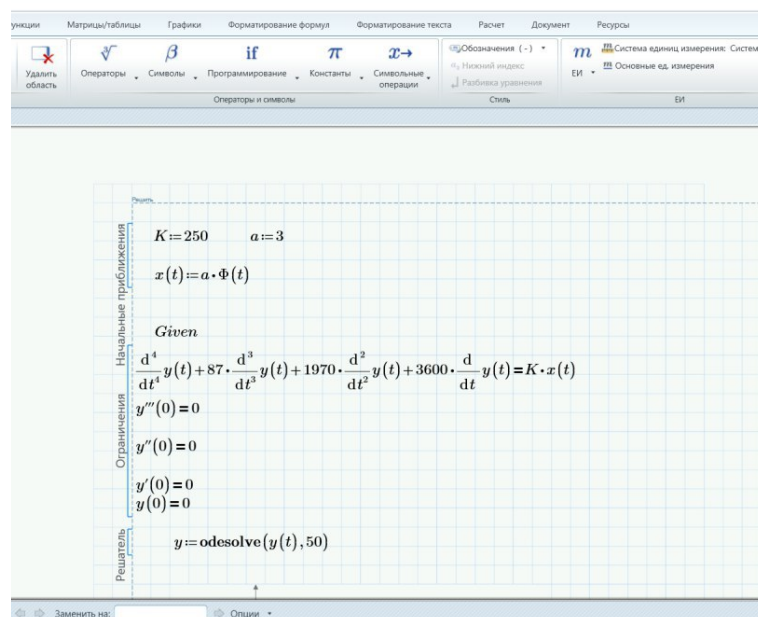
$$W(s) = \frac{x_{\text{вих}}(s)}{x_{\text{вх}}(s)}$$

При нульових початкових умовах, передаточну функцію можна представити як:

$$W(p) = \frac{x_{\text{вих}}(p)}{x_{\text{вх}}(p)} = \frac{Q(p)}{P(p)}$$

В нашому випадку, $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$

Значення $Y(s)$ знайдемо з передаточної функції: $Y(s) = U(s) \cdot G(s)$



Отримаємо в загальному вигляді:

$$Y(s) \cdot (s \cdot (s + 2) \cdot (s + 40) \cdot (s + 45)) = U(s) \cdot 250$$

$$(s^4 + 87 \cdot s^3 + 1970 \cdot s^2 + 3600 \cdot s) \cdot Y(s) = U(s) \cdot 250$$

Щоб отримати диференціальне рівняння треба здійснити обернене перетворення Лапласа: $y(t) = L[y(t)]^{-1}$

Отримаємо в загальному вигляді:

$$L[(s^4 + 87 \cdot s^3 + 1970 \cdot s^2 + 3600 \cdot s) \cdot Y(s)]^{-1} = L[U(s) \cdot 250]^{-1}$$

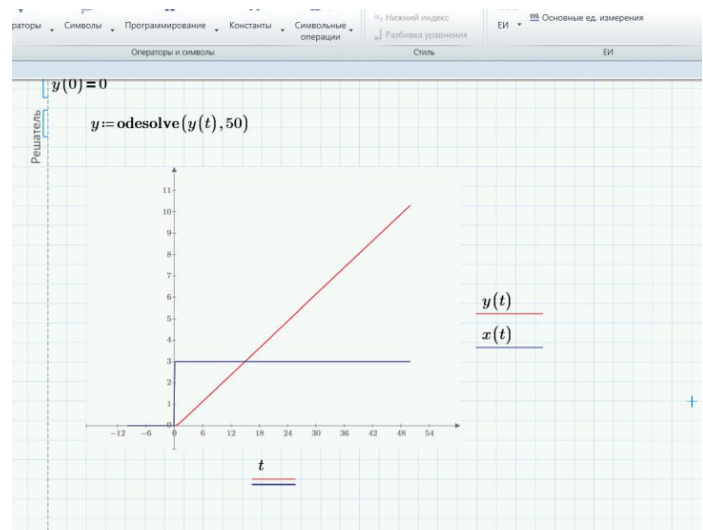
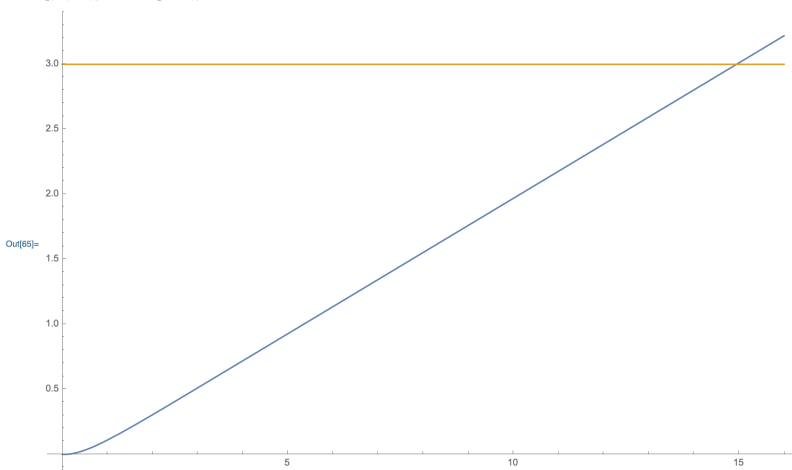
$$y^{(4)}(t) + 87y^{(3)}(t) + 1970 \cdot y^{(2)}(t) + 3600 \cdot y^{(1)}(t) = 250 \cdot U(t)$$

Побудуємо графік реакції системи на $U(t)$ за допомогою програмного пакету Mathematica

```
In[64]:= result = DSolveValue[{3600 y'[t] + 1970 y''[t] + 87 y'''[t] + y^{(4)}[t] == 750 HeavisideTheta[t], y[0] == 0, y'[0] == 0, y''[0] == 0, y'''[0] == 0}, y[t], t]
```

```
Out[64]:= e^{-45 t} (2432 - 3483 e^{5 t} + 162 000 e^{43 t} - 160 949 e^{45 t} + 294 120 e^{45 t} t) HeavisideTheta[t]
```

```
In[65]:= Plot[result, 3 HeavisideTheta[t], {t, 0, 16}]
```



Висновок: за отриманими результатами, можна побачити, що відбулась параболічна зміна в системі. Під час виконання даного практикуму, було набуто навички перетворення рівняння в операторну та диференціальну форму; та навички роботи з програмними пакетами Mathcad та Mathematica.