УДК 681.5.017

**Моделювання цифрових систем з аналоговими об’єктами управління**

**Самойленко Р.В., студент; Ситніков О.В., асистент***(Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна)*

При дослідженні динаміки систем безпосереднього цифрового керування технологічними об’єктами виникає протиріччя між аналоговою природою процесів в об’єкті керування та дискретним алгоритмом, який реалізує регулятор. Зараз загальноприйнятим є підхід, при якому аналоговому об’єкту ставиться у відповідність дискретна передатна функція (з відносно складним і не наочним перерахунком аналогової передатної функції у цифрову з заданим-фіксованим періодом квантування), після чого динаміка системи цифрового керування досліджується матричними методами.

Комп’ютерне моделювання систем автоматизації техногологічних процесів, у яких, як правило, не можна абстрагуватись від розподіленості параметрів, змушують використовувати числові методи інтегрування відповідних систем диференціальних рівнянь. І в цих обставинах урахування ефекту квантування, що вноситься цифровим регулятором, ніяких додаткових проблем не створює, якщо, скажімо, період квантування *Tkv* взяти кратним кроку числового інтегрування *V0*. Це відкриває можливість спостерігати за реакцією системи на довільний вхідний сигнал, прикладений у будь-якій точці системи і довільної форми. Цифровий регулятор з модулятором на вході на демодулятором на його виході можна розглядати як аналоговий пристрій, що може бути охарактеризований передатною функцією у звичайному сенсі. Будемо вважати що модулятор реалізує амплітудно-імпульсну модуляцію першого роду, себто сигнал на виході модулятора в момент часу *tv=v·Tkv* дорівнює *εv (εv=ε(tv))*. Потужність (енергія) імпульсу на виході модулятора оцінюється його площею, що приймається чисельно рівною *εv, εv·1*, де 1 - “ширина імпульсу”, якщо вважати форму імпульса прямокутного при його висоті εv.На вході модулятора енергія сигналу *ε(t)* на протязі періоду квантування *Tkv* (якщо ігнорувати зміну *ε(t)* на протязі *Tkv*) буде, очевидно

Таким чином, коефіцієнт передачі модулятора буде дорівнювати відношенню енергії виходу *εv* до енергії входу , іншими словами, коефіцієнт передачі модулятора, а з урахуванням безінерційності модулятора, і його передатна функція може бути представлена так

 (1)

Сам цифровий регулятор реагує на імпульс εv і зображення за Лапласом реакції регулятора дозволяє нам визначити передатну функцію регулятора (закону регулювання).

 (2)

Тут - вихід цифрового регулятора при .

Пропорційно-диференціальний закон (*Nzr=3*) для цифрового регулятора виглядає так

 (3)

де - коефіцієнт при диференціальній складовій.

Після очевидних перетворень отримаємо

 (4)

*Nzr=3*. ПД-регулятор.



або

 (5)





Фіксатор нульового порядку має передатну функцію

 (6)

Його амплітудно-фазова характеристика



або

 (7)

де  

Якщо об’єкт описується передатною функцією

 (8)

то відповідна йому амплітудно-фазова характеристика буде



Застосовуючи для обчислення  та  процедуру *HorComp*, та розглядаючи  за формулою Ейлера 

розрахунок амплітудно-фазової характеристики оформимо у вигляді підпрограми *UrGod*, яка реалізовує алгоритм





А тепер



Залишається домножити отриманий добуток на  де значення *u* та *v* залежить від вибраного закону регулювання (1≤*Nzr*≤5) та настройок регулятора *kr, Ti, Td*. Домножуємо також на 



Якщо регулятор був не цифровий а аналоговий, то у розглянутому алгоритмі треба було б видалити фіксатор нульового порядку та модулятор, і замінити  на аналоговий варіант, а саме

*Nzr=3,*   (9)

де 