

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Проектування систем управління – 1

Проектування автоматичних систем

Методичні вказівки

до виконання практичних занять для студентів спеціальності

«Автоматизоване управління технологічними процесами»

Рекомендовано Вченою радою інженерно-хімічного факультету
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»

Київ НТУУ «КПІ» - 2012

Проектування систем управління – 1. Проектування автоматичних систем.

Методичні вказівки до виконання практичних занять для студентів спеціальності «Автоматизоване управління технологічними процесами»
Уклад. М.З.Кваско, Я.Ю.Жураковський – К. НТУУ «КПІ», 2012 - 13с.

Гриф надано Вченою радою ІХФ (Протокол № 3 від 27.02.2012)

Навчальне видання

Проектування систем управління – 1

Укладачі: Кваско Михайло Зіновійович, к.т.н., проф.
Жураковський Ярослав Юрійович, ст.викл.

Відповідальний редактор
Жученко А.І., д.т.н., проф.

Рецензент: Миленький В.В., к.т.н., доц.

Авторська редакція

З М І С Т

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. Передмова | <u>4</u> |
| 2. Методичні вказівки для студентів | <u>5</u> |
| 4. Методичні вказівки для викладачів | <u>6</u> |
| 5. Контрольні питання | <u>7</u> |
| 6. Контроль виконання | <u>8</u> |
| 7. Література | <u>9</u> |
| 8. Додаток | <u>10</u> |

Передмова

Розглянуті в розділі «Проектування систем управління». Проектування систем. методи дослідження і розрахунку автоматичних систем орієнтовані на аналогові засоби автоматизації, що відповідає напрямку бакалаврської підготовки – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Розвиток техніки автоматичного апарату, який базується на базі реалізації дискретних систем управління.

В розділі проектування автоматичних систем вивчаються і застосовуються дискретні регулятори, які реалізуються на базі мікропроцесорної техніки.

Використовується матеріал раніше вивчених курсів. Приводяться матеріали вітчизняних і зарубіжних авторів.

Методичні вказівки для студентів

Практичне заняття №1.

Розглянути типовий контур замкнутої системи безпосереднього цифрового управління. Пропонується охарактеризувати його елементи в системі. Визначити переваги системи цифрового управління перед лінійними. Показати як неперервна функція дискретизується без витрати інформації в функції.

Практичне заняття №2.

Студентам необхідно привести в спрощеному варіанті математичний опис елементів БЦУ і його застосування.

Практичне заняття №3.

Розглянути рівняння типового контуру БЦУ. Вивести рівняння приведеної неперервної частини.

Практичне заняття №4.

Користуючись таблицями побудувати на основі Z-перетворення перехідні процеси в об'єкті, замкненій системі. Визначити стійкість цифрової системи.

Практичні заняття №5, 6, 7.

Дослідити використання і його характеристики регулятора:

- а) Даліна;
- б) Калмана;
- в) Сміта;
- д) Хічема.

Практичне заняття №8.

Маючи аналітичні і експериментальні моделі об'єктів, провести розрахунок багаторівневої контурної цифрової системи.

Практичне заняття №9.

Показати як виконується програмно-машинна реалізація ПІД-алгоритма. Імпульсні передаточні функції регуляторів, об'єктів, як їх можна спроектувати.

Для викладачів

Практичне заняття №1.

Мета заняття. Типовий контур безпосереднього цифрового управління. Аналіз складових БЦУ. Перетворення неперервних сигналів в дискретні. Переваги систем БЦУ.

Практичне заняття №2.

Мета заняття. Математичний опис елементів БЦУ. Формування неперервних сигналів в системах БЦУ. Теорема Котельникова-Шенона.

Практичні заняття №3, 4.

Мета занять. Рівняння типового контура БЦУ. Розрахунок стійкості систем БЦУ. Розрахунок лінійних систем з використанням Z-перетворення.

Практичне заняття №5.

Метод Даліна. Синтез дискретних регуляторів по методу Даліна. Дослідження методу Даліна. Синтез регулятор для об'єктів 1-го і 2-го порядків.

Практичне заняття №6.

Метод Калмана. Синтез дискретних регуляторів по методу Калмана, Хідема, з упереджувачем Сміта.

Практичне заняття №7.

Мета заняття. Розрахунок двоконтурної цифрової системи для випарної установки. Аналіз системи.

Практичне заняття №8.

Машинна реалізація. Програмно-машинна реалізація ПІД-закона регулювання. Позиційний і швидкісний алгоритм. Аналіз складових машинного ПІД-алгоритма.

Імпульсні передатні функції цифрових регуляторів.

Контрольні питання

1. Призначення екстраполятора мулевого порядку і його роль в системі БЦУ. Математичний опис екстраполятора.
2. Дельта функція і її зв'язок з дискретними і неперервними величинами.
3. Приведена неперервна частина, її визначення і структура.
4. По теоремі Котельникова розрахувати період дискретизації.
5. Визначити стійкість замкнутої цифрової системи першого порядку.
6. Дати характеристику регулятора Даліна: $K_{об}$, τ_3 , T_3 .
7. Межі застосування алгоритму Калмана.
8. Застосування упереджувала Сміта.
9. Порядок розрахунку двоконтурної цифрової системи концентрації в випарній установці.
10. Машинна реалізація цифрових регуляторів.
11. Структура цифрового ПІД-регулятора.
12. Регулятор Хідема.
13. «Похила» функція і її використання для синтезу цифрової системи.
14. Z-перетворення і методи визначення періоду дискретизації.
15. Розрахувати період дискретизації по критеріям:
 - а) Гурмана;
 - б) Джури;
 - в) по іншим методам.
16. Перетворення $y(z) = A_0 + A_1Z^{-1} + A_2Z^{-2}$ в програмну функцію.
17. Критерій Гастіна.

Контроль виконання практичних робіт

Викладач, який проводить практичні заняття, проводить контроль відвідування занять.

Студенти, які не відвідували попереднє (попередні) заняття повинні дати пояснення вивченої теми, дати конспект проведеного раніше заняття.

На практичних заняттях вирішуються індивідуальні і групові теми проведених занять. Проводиться (вибірково) опитування студентів. Результати фіксуються викладачем, які враховуються в рейтингову оцінку студентів.

Студенти, які не освоїли матеріал, запрошуються на консультації, які є на кафедрі.

Література

1. М.З.Кваско, Проектирование и расчет цифровых систем управления. Киев, УМКВО 1991, 219 стр.
2. Кваско М.З., Піргач М.С., Аверіна Т.В. Проектування і дослідження дискретних систем автоматичного керування технологічними процесами. Київ, «Політехніка», 2003, 358 стр.
3. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматики», Киев, КПИ, 1982, 81 стр.
4. Ротач В.Я. «Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования», М.: «Энергия», 1983, 439 стр.
5. Ключев А.С. и др. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М. «Энергия», 1980, 512 с.
6. Емельянов А.И., Канкин О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М., Энергоатомиздат, 1983, 395 стр.
7. Ключев А.С., Глазов Г.А., Дубровский А.Х., Ключев А.А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М., Энергоатомиздат, 1990, 461 стр.

Основні поняття і визначення

(за ДСТУ 3956-2000 та ДСТУ 2226-93)

Автоматизація – впровадження автоматичних засобів для реалізації процесів (en automation)

Алгоритм - скінченний набір приписів, який визначає розв'язок задачі шляхом скінченної кількості операцій

Алгоритм керування – алгоритм, за яким визначається керування в реальному часі

Аналогові дані – дані, елементи яких вибирають із множини усіх дійсних чисел, визначених на деякому інтервалі. (en analog data)

Вихідне діяння – діяння, направлене з входу об'єкта. (en output action)

Внутрішнє діяння – діяння одного компонента системи на інший або інші компоненти, яке змінює стан системи та (або) його процеси, що в ній відбуваються. (en internal action)

Вхідне діяння – діяння, прикладене до входу об'єкта. (en input action)

Дискретні дані – дані, елементи яких вибрано із скінченного ряду дійсних чисел, які чітко відрізняються одне від одного. (en discrete data)

Забезпечення технічне автоматизованої системи - сукупність технічних та комунікаційних засобів, що використовуються під час функціонування АС

Засоби технічні автоматизованої системи - сукупність апаратних і комунікаційних засобів, носіїв даних та допоміжних матеріалів, що забезпечують реалізацію функцій АС

Значення параметра – кількісна оцінка параметра, яка збігається із значенням фізичної величини, що його характеризує. Примітка. Значення

фізичної величини відображається у вигляді її числового значення із позначенням одиниці цієї фізичної величини.

Зовнішнє діяння – діяння на об'єкт з боку іншого або інших об'єктів зовнішнього середовища. (en external action)

Інформація - відомості призначені для пересилання, зберігання оброблення та використання. (en information)

Керівне діяння – діяння на об'єкт керування, здатне бажаним чином змінювати його стан або функціонування. (en controlling action)

Керований (вкерований) параметр - параметр об'єкта, залежний від керівного діяння та який беруть до уваги, визначаючи ступінь досягнення мети керування. (en controlled [controllable] parameter)

Керування – сукупність цілеспрямованих дій, що включає оцінку ситуації та стану об'єкта керування, вибір керівних дій та їх реалізацію. (en control)

Мета керування – бажані значення (співвідношення значень) параметрів та (або) процесів, які вважаються найкращими за певних умов для об'єкта керування

Об'єкт автоматизації - сукупність функцій людини чи людино-машинного комплексу, що підлягають автоматизації

Об'єкт керування - умовно відокремлена частина системи, на яку впливає система керування для досягнення необхідного результату. (en controlled object)

Повідомлення – дані, що мають смислове значення, призначені для передавання, оброблення та використання

Процес автоматизований – процес здійснюваний за сумісною участю людини та засобів автоматизації

Процес автоматичний - процес, здійснюваний без участі людини (en automatic process)

Сигнал - діяння, організоване для пересилання даних. (en signal)

Система – сукупність взаємопов'язаних елементів, що мають певну цілісність, єдність цілей та режимів функціонування. (en system)

Система автоматизована (АС) - організаційно-технічна система, що складається із засобів автоматизації певного виду (чи кількох видів) діяльності людей та персоналу, що здійснює цю діяльність. (en automated system, AS)

Система автоматизована інтегрована - сукупність двох і більше взаємопов'язаних АС, в якій функціонування однієї (кількох) з них залежить від результатів функціонування іншої (інших) так, що цю сукупність можна розглядати як одну АС (en integrated AS)

Система керування автоматизована - АС призначена для автоматизації процесів збирання та пересилання інформації про об'єкт керування, її перероблення та видачі керівних дій на об'єкт керування

Система керування технологічним процесом автоматизована (АСК ТП) - АС, призначена для оптимізації керування технологічними процесами виробництва. (en process control system)

Схема функційна автоматизованої системи - специфікація функцій складових частин АС та їх функційних співвідношень (en AS functional diagram, ru схема функциональная автоматизированной системы).

Технологічний об'єкт – технологічне обладнання, яке розглядається разом із технологічним процесом, що реалізується на цьому обладнанні згідно з відповідними технологічними інструкціями та регламентами. (en technological object)

Технологічний об'єкт керування (контролю, діагностування) - технологічний об'єкт, який розглядають як об'єкт керування (контролю, діагностування). (en technological object of control [check, diagnostics])

Технологічний процес – частина промислового процесу, яка безпосередньо пов'язана із змінюванням фізико-хімічного стану, транспортуванням,

зберіганням та контролюванням сировини, енергоносіїв, напівфабрикатів та готової продукції. (en technological process).