

Національна академія наук України
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Українська Асоціація з автоматичного керування
Національний комітет Росії з автоматичного управління
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Інститут космічних досліджень НАН і ДКА України
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій
і систем НАН і МОНМС України
Московський державний університет імені М.В. Ломоносова
Національний університет харчових технологій

АВТОМАТИКА / AUTOMATICS – 2012

**XIX Міжнародна конференція
з автоматичного управління**

Матеріали конференції

**26 – 28 вересня 2012 року
Київ**

Київ
Видавництво НУХТ
2012

Особливості аналізу та синтезу нестационарних систем при управлінні технологічними об'єктами

Т.М.Герасименко¹, С.А. Киричук¹

Анотація – The article is devoted to problems of analysis and synthesis of non-stationary systems and creation of effective control systems by the enterprise.

Ключові слова – non-stationary systems, technological objects, automated control

Вступ. Підвищення ефективності різних галузей харчової промисловості є одним із пріоритетних напрямків на сучасному етапі економічного розвитку країни. В даний час все більше зростають вимоги до підвищення якості та конкурентоспроможності готових вітчизняних продуктів харчування на світовому ринку. Рішення даних проблем в умовах обмеженості матеріальних і фінансових ресурсів неможливо без неухильного нарощування науково-технічного потенціалу харчових виробництв, для чого необхідне створення і широке використання інноваційних наукоємних технологій як джерела досягнення стратегічних цілей, що дозволяють досягти конкурентних переваг.

Нестационарні системи - досить поширений клас динамічних систем. Вивчення поведінки таких систем становить великий науковий і практичний інтерес при контролі динаміки складних об'єктів.

Доведено, що класичні методи теорії автоматичного керування, які базуються на перетворенні Лапласа, дослідженнях перехідних процесів та частотних властивостей математичних моделей об'єкту керування, дають надійні результати у випадку лінійних систем. Для суттєво нелінійних, нестационарних систем (теплообмінники, випарні установки тощо) поки не існує таких надійних підходів. Тому розвиток автоматизації таких процесів зараз іде у напрямі створення або вдосконалення систем керування [1].

Матеріали дослідження. При проектуванні динамічних систем важливими етапами є оцінка якості систем і об'єктів та створення таких систем, що відповідають необхідним критеріям. Перша задача виникає при аналізі вже існуючих систем, а друга – при проектуванні нових у відповідності до технічного завдання.

Можна виокремити такі етапи аналізу та синтезу будь-якої СУ:

- структурний аналіз і синтез;
- функціональний аналіз і синтез;
- інформаційний аналіз і синтез;
 - параметричний аналіз і синтез.

Сутністю параметричного аналізу є визначення групи часткових та узагальнених показників, які характеризують

всі важливі властивості СУ та ефективність її функціонування. Параметричний синтез полягає в обґрунтуванні необхідної та достатньої кількості показників, що дають змогу оцінювати бажані властивості системи.

Однак, для життєдіяльності системи набагато важливішою є загальна постановка задачі. Тому доцільно говорити про деяку раціональну структуру управління, що забезпечує досить ефективне функціонування системи за прийнятних сукупних витрат на управління

Лінійні нестационарні системи займають, з точки зору складності аналізу, проміжне положення між лінійними системами з постійними параметрами і нелінійними системами. Нелінійні системи вимагають для свого аналізу вибору індивідуального методу, обґрунтування можливості його застосування. Це завдання в більшій мірі мистецтво, яке вимагає від інженера досить високу математичну підготовку. Найчастіше дослідник вибирає чисельний метод з відомими обмеженими можливостями.

З точки зору розрахунку, лінійні нестационарні системи, з одного боку мають всі переваги лінійних, але з іншого боку загальні методи їх аналізу досить складні для застосування в інженерній практиці.

Завдання аналізу нестационарних об'єктів полягає у дослідженні залежності вихідних значень об'єкту як функції часу при заданих зовнішніх (вхідних) впливах на об'єкт і внутрішніх параметрах об'єкту. Для опису нестационарних систем, крім диференціальних рівнянь можуть бути використані передаточні (1), перехідні і вагові функції, оператори, частотні функції та їх характеристики, в формі скалярів і векторно-матричних інтегральних рівнянь.

Розглянемо представлення параметричної передаточної функції нестационарної системи, яку запропонував американський вчений Л.Заде:

$$W(s, t) = \int_0^t k(t, \tau) e^{-s(t-\tau)} d\tau, \quad (1)$$

де $k(t, \tau)$ - імпульсна перехідна функція, $e^{-s(t-\tau)}$ - запізнення системи.

Крім того, для опису нестационарних систем використовують також наступні передаточні функції: нормальну $V(s, \tau)$ (введена Брікером) та бічастотну $W(s, p)$.

Найпростіше розв'язання задачі аналізу полягає в динамічному моделюванні об'єкта, який описується

¹ Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, УКРАЇНА, E-mail: Tanushka65@gmail.com

системою звичайних диференціальних рівнянь, і полягає в розв'язанні (інтегруванні) системи рівнянь на інтервалі часу.

Змінність коефіцієнтів диференціальних рівнянь, які описують поведінку САУ, створюється багатьма факторами, а саме:

- фізичними процесами, які протікають в елементах систем;
- лінеаризацією нелінійних систем біля опорних траєкторій;
- статистичною лінеаризацією при подачі на вхід нестационарних сигналів.

В роботі використані чисельні методи для дослідження технологічних об'єктів. Серед цих методів можна виділити явні методи: метод Ейлера, метод Рунге-Кутта. В практичних задачах по можливості нестационарну систему замінюють квазістационарною, для чого використовують методи: „заморожених” коефіцієнтів та „заморожених” реакцій. Важливим етапом аналізу і синтезу систем і об'єктів, що проектується, є визначення їх частотних характеристик. Для цього будується амплітудно-фазово-частотна характеристика (АФЧХ). Більш складними є детерміновані методи аналізу, а саме проєкційні та сіткові (метод квадратур).

Одномірна нестационарна лінійна система автоматичного управління, описується наступним скалярним диференціальним рівнянням виду:

$$x^{(n)} + a_{n-1}(t)x^{(n-1)} + \dots + a_0(t)x = b_m(t)y^{(m)} + b_{m-1}(t)y^{(m-1)} + \dots + b_0(t)y \quad (2)$$

де a_i, b_i – коефіцієнти, які змінюються в часі.

Розглянемо загальну схему САУ, об'єкт управління якої має змінні параметри:

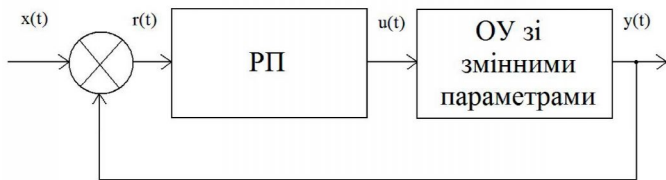


Рис. 1. Нестационарна САУ

Де, $x(t)$ – задане значення, $y(t)$ – вихідна величина, $r(t) = x(t) - y(t)$ – похибка.

Одним з поширених методів дослідження об'єкта управління є метод простору станів, який дозволяє представити нестационарний об'єкт управління схемою в просторі станів, визначити вектор стану, вектор зміни, динамічну матрицю параметрів і провести дослідження об'єкта при різних збуджуючих і керуючих впливах, а також визначити область керованості при фіксованих стимулах. У результаті можна розробити систему автоматичного управління нестационарним динамічним

об'єктом, яка має достатній запас як по фазі, так і за амплітудою.

Розглянемо результати задачі детермінованого аналізу системи:

$$\sum_{k=0}^5 a_k(t) x^{(k)}(t) = y(t), \quad (3)$$

$$a_k(t) = \sum_{j=0}^5 a_{ij} t^j, i = \overline{0,5}.$$

Побудуємо вихідний сигнал $x(t)$ на інтервалі $[0; 2,5]$ с при нульових початкових умовах методом квадратур. Для вирішення даної задачі використаємо квадратурну формулу трапецій. Рішення проведемо для різних значень кроку дискретизації h , с: 0,005, 0,1 та 0,2. Для порівняння приведемо результати вирішення рівняння (3) методом Рунге-Кутта 4-го порядку з кроком $h=0,1$ с. На рис.2 зображені графіки вихідного сигналу системи.

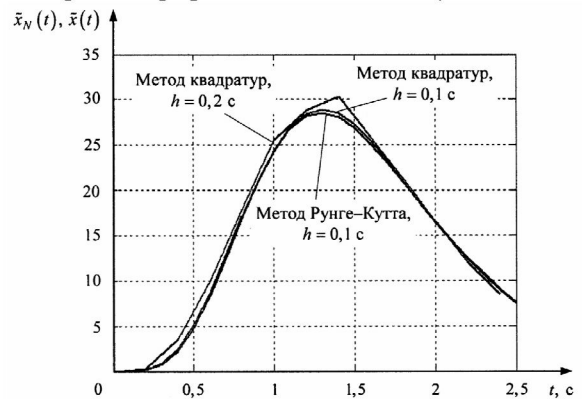


Рис.2 Графіки вихідного сигналу системи

Також, відомі геометричні методи аналізу та синтезу нестационарних систем, до яких відносяться: метод модального прогнозного управління, групи Лі і формули Бейкера-Кемпбела-Хаусдорфа.

Висновок

Для нестационарних об'єктів та систем визначення стійкості, запасу стійкості та показників якості має ряд особливостей, наприклад, порівняння з їх граничними показниками.

Задача синтезу, тобто визначення керуючого пристрою, потребує спеціальних методів та підходів, а саме, перехід до багатокритеріальних задач.

Список посилань

- [1] Пупков К.А. Нестационарные системы автоматического управления: анализ, синтез и оптимизация / К.А. Пупков, Н.Д. Егупов. – М.: МГТУ им. Баумана. – 2007. – 632 с.
- [2] Втюрин В.А. Современные проблемы науки и производства в области автоматизации / В.А. Втюрин. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ. – 2011. – 103с.
- [3] Солодовников В.В. Автоматизированное проектирование систем автоматического управления / В.В. Солодовников. – М.: Машиностроение, 1989. – 546с.