

20. Математичні моделі нелінійних динамічних систем

Тетяна Логвин

Національний університет харчових технологій

Вступ. В останній час у зв'язку з пред'явленням усе більш високих вимог до процесу управління в різних областях техніки, проблема ідентифікації стає винятково важливою. Неможливо забезпечити якісне управління системою, якщо її математична модель невідома з достатньою точністю. Для побудови математичної моделі можуть бути використані як теоретичні, так і експериментальні методи. Досвід, отриманий при проектуванні систем управління, об'єктивно свідчить про те, що неможливо побудувати математичну модель, адекватну реальній системі, тільки на основі теоретичних дослідів фізичних процесів у системі. Тому в процесі проектування систем управління одночасно з теоретичними дослідженнями проводиться багато експериментів по визначенню та уточненню математичної моделі системи.

Матеріали і методи. Під час математичного моделювання нелінійних динамічних систем із елементами, що мають аналітичні нелінійні характеристики типу електромеханічні перетворювачі енергії (електродвигуни, електричні генератори, електромагнітні муфти, магнітні підсилювачі), необхідно не забувати «зшивати» рішення сусідніх математичних моделей у моменти часу, коли процес, що

моделюється, входить в точки стику ламаних, якими лінеаризується нелінійна характеристика. Лінеаризація використовується, як правило, для перевірки стійкості системи.

Якщо моделюється нелінійна динамічна система з регулятором, що не допускає суттєвих відхилень процесу від заданого режиму роботи, то при моделюванні усталеного режиму такої системи та близьких до нього перехідних режимів завжди достатньо враховувати лише один лінійний відрізок ламаної, що «покриває» нелінійність в області, для якої точка заданого режиму є внутрішньою. При цьому чим більшим є коефіцієнт підсилення регулятором вхідного сигналу, тим меншою буде похибка моделювання, оскільки з ростом коефіцієнта підсилення регулятора зужується область відхилення робочої точки на нелінійній характеристиці елемента системи від точки заданого режиму.

Кусково-лінійна апроксимація нелінійної характеристики елемента системи в загальному вигляді $y = f(x)$ непридатна для використання в задачах оптимізації

цієї системи аналітичними методами, оскільки в точках стику похідна $\frac{dy}{dx}$ має

розрив 1-го роду, а другої похідної $\frac{d^2y}{dx^2}$ не існує взагалі, в той час як аналітичні методи оптимізації вимагають існування як 1-ї, так і 2-ї похідних нелінійної характеристики перетворення в усіх точках області оптимізації.

Результати. Методи визначення математичних моделей за експериментальними дослідями є предметом теорії ідентифікації. В залежності від об'єму апріорної інформації про систему, розрізняють задачі ідентифікації в широкому та вузькому сенсі. При вирішенні задач ідентифікації в широкому сенсі апріорна інформація про систему або незначна, або взагалі відсутня. Система представлена у вигляді «чорного ящика», тому для її ідентифікації необхідно розв'язання ряду додаткових задач, пов'язаних із вибором класу моделі, оцінкою стаціонарності, лінійності і т. д.

Висновки. Нелінійні динамічні системи можуть навіть у невеликій розмірності демонструвати доволі складну поведінку. В системі можливі хаотичні режими різних типів. Проведення ідентифікації на реальному об'єкті потребує значних часових витрат, а також відповідного технічного оснащення. У більшості випадків можливість проведення експериментів відсутня, і ідентифікація та формування математичної моделі може бути виконано із застосуванням теоретичних методів.

Література

1. Качественная теория динамических систем второго порядка / [Андронов А. А., Леонтович Е. А., Гордон И. И., Майер А. Г.]. — М. : Наука, 1966. — 568 с.
2. Карабутов Н. Н. Структурная идентификация систем: Анализ динамических структур / Карабутов Н. Н. — М. : МГИУ, 2008. — 160 с.
3. Кононенко В. О. Методы идентификации механических нелинейных колебательных систем / В. О. Кононенко, Н. П. Плахтиенко. — К. : Наукова думка, 1976. — 114 с.

4. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів : навч. посіб. / Б. І. Мокін., В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. — Вінниця : «Універсум-Вінниця», 2005. — 300 с. — ISBN 966-641-136-9.

5. Тихонов А. Л. Методы решения некорректных задач / А. Л. Тихонов, В. Я. Арсенин. — М. : Наука, 1979. — 285 с.

Науковий керівник: д. т. н., проф. Сільвестров А. М.