

*А.М. Кліна, к.т.н., О.О. Абрамович, к.т.н., О.В. Єрмолаєва
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Теорія автоматичного управління з використанням середовища MATLAB

Розглянуто використання середовища MATLAB при викладанні курсу «Теорія автоматичного управління». Цей курс є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують фахівця в галузі комп'ютеризованих систем управління.

Системи автоматичного управління (САУ) широко використовуються в різних сферах. Їх застосування до управління технічними об'єктами та технологічними процесами призводить до збільшення продуктивності, точності та якості. Розділ кібернетики, що вивчає способи керування різноманітними технічними пристроями, технологічними процесами і виробництвами, називається теорією автоматичного управління. Вона виявляє загальні закономірності функціонування, властиві автоматичним системам різної фізичної природи, і на основі цих закономірностей розробляє принципи побудови високоякісних систем управління. При вивченні процесів управління абстрагуються від фізичних і конструктивних особливостей систем і замість реальних систем розглядають їх адекватні математичні моделі, тому основним методом дослідження в автоматичних системах управління є математичне моделювання.

Одним з найефективніших інструментів для технічних обчислень, аналізу та синтезу систем управління є середовище MATLAB зі спеціальними туббоксами (Toolboxes), а для моделювання таких систем – пакет Simulink.

Наприклад, для аналізу, проектування і налаштування лінійних систем управління існує Control System Toolbox. За допомогою Control System Toolbox можна задавати модель системи у вигляді передавальної функції, в просторі станів, у вигляді розміщення нулів та полюсів чи у вигляді частотних характеристик. Також можна налаштовувати параметри ПД-регулятора за допомогою інструмента автоматичного налаштування ПД-регуляторів, проектувати лінійно-квадратичні регулятори, формувати логарифмічно-частотні характеристики (ЛЧХ), визначати нулі та полюси системи, контролювати такі властивості автоматичних систем управління як час перехідного процесу, перерегулювання, час зростання, запаси стійкості за амплітудою та фазою і т.д.

Пакет Simulink – це інтерактивне середовище для моделювання і аналізу широкого класу динамічних систем, до яких відносяться автоматичні системи управління. Оскільки Simulink забезпечує безпосередній доступ до математичних, графічних і програмних засобів MATLAB, користувач може аналізувати дані і оптимізувати параметри моделей прямо з Simulink. Можливості додаткових пакетів також можуть бути використані під час моделювання.

Використання середовища МАТЛАБ при викладанні курсу «Теорія автоматичного управління»

«Теорія автоматичного управління» – це навчальна дисципліна, що вивчає методи аналізу та синтезу САУ. Головними завданнями вивчення навчальної дисципліни є підготовка до самостійного розв’язання задач, пов’язаних з інженерною практикою моделювання і розроблення САУ рухомими об’єктами; оволодіння методами дослідження явищ в різних областях науки і техніки в тому числі під час управління літальними апаратами; сучасним алгоритмічним та програмним забезпеченням, необхідним для моделювання та проектування систем управління.

Знання з теорії, отримані на лекційних заняттях, можуть бути закріплені шляхом виконання лабораторних робіт з використанням середовища MATLAB та пакету Simulink [1, 2]. Матеріали, викладені в методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт [1, 2], охоплюють всю тематику цього курсу.

Протягом лабораторних робіт студенти вивчають:

1) створення математичних моделей систем управління в частотній та часовій областях; перехід від однієї моделі до іншої, дослідження та спрощення структурних схем систем управління;

2) методи дослідження керованості та спостережуваності за Калманом, методи дослідження стійкості за критерієм Гурвіца, Найквіста, Михайлова та логарифмічно-частотним критерієм;

3) методи аналізу якості та синтезу САУ: показники якості (підходи до їх збільшення) та усталені похибки (підходи до їх зменшення), інтегрально-квадратичний показник, методи синтезу послідовних коректуючих пристроїв та дослідження їх впливу на систему (рис. 1).

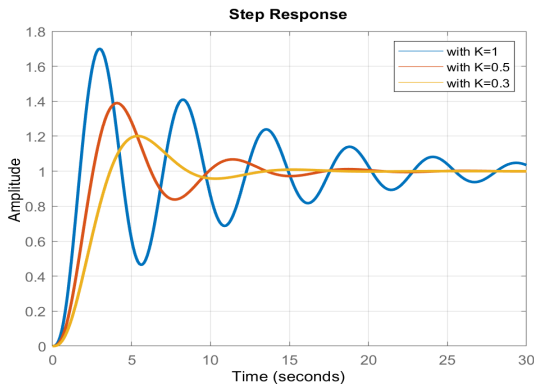


Рис. 1. Перехідні процеси системи з П-регулятором ($K = 0.5$ та $K = 0.3$) та без нього ($K = 1$)

4) дослідження виникнення автоколивань в нелінійних системах та їх вплив на систему, метод фазової площини для аналізу нелінійних систем другого порядку.

5) принципи побудови та дослідження адаптивних систем (приклад схеми системи адаптації до коефіцієнту підсилення наведено на рис. 2, а результат її виконання на рис. 3).

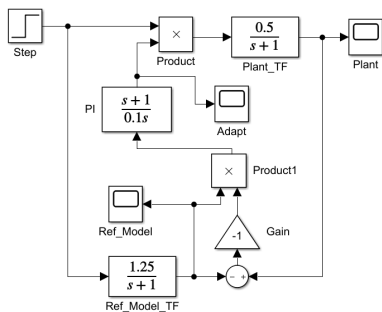


Рис. 2. Simulink модель системи адаптації до коефіцієнту підсилення

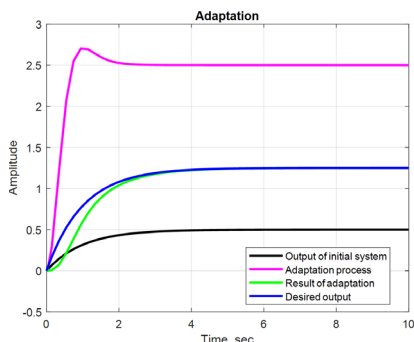


Рис. 3. Результат адаптації до коефіцієнту підсилення

6) побудову та аналіз цифрових САУ (студенти складають схеми моделювання модуляцій сигналів та виконують їх аналіз, вивчають роботу та принципи дії цифро-аналогового та аналого-цифрового перетворювачів, фіксаторів нульового та першого порядків; створюють моделі цифрових САУ в часовій та частотній областях, досліджують цифрові САУ на керованість та спостережуваність за Калманом та визначають їх стійкість);

7) елементи статистичної динаміки (студенти вивчають моделі випадкових збурень та їх характеристики).

Усі лабораторні роботи можуть бути виконані з використанням середовища MATLAB, а частина ще й з використанням пакету Simulink.

Висновки

Математичне середовище MATLAB та його пакет Simulink дозволяють суттєво покращити якість викладання дисципліни «Теорія автоматичного управління». Студенти доволі легко, з малою витратою часу можуть наочно зробити кілька комп'ютерних експериментів і обрати найкращий з можливих варіантів системи. Це виховує їх творчими майбутніми інженерами.

Список літератури

1. Automatic Control Theory: Guide to Laboratory Practical Work / Compilers: A. Tunik, A. Klipa, O. Gorbatyuk. – K.: NAU, 2011. – 144 p.

2. Теорія автоматичного управління: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / Укладачі: А.М. Кліпа, О.О. Абрамович, О.В. Єрмолаєва, П.П. Троянов. – K.: НАУ, 2012. – 100 с.