

Лекція 2. Програмні засоби обробки експериментальних даних.

План лекції:

1. Вступ. Література за темою лекції.
2. Системи комп'ютерної математики як програмний засіб роботи з структурними, функціональними та інформаційними математичними моделями.
3. Програмні засоби конструкторського оформлення ІВС.

1. Вступ. Література за темою лекції

Програмні засоби моделювання

В даний час складаються і інтенсивно розвиваються основи нової методології наукових досліджень - математичного моделювання на основі комп'ютерного експерименту. Сутність цієї методології полягає у заміні реального об'єкта його моделлю та дослідженні з використанням сучасного математичного апарату на базі сучасного програмного забезпечення та комп'ютерів. Математичне моделювання охоплює нові й нові сфери діяльності, включаючи як традиційні докладання до складним технічним системам, а й різні галузі економіки, управління та гуманітарні знання.

Імітаційне моделювання передбачає представлення моделі у вигляді алгоритму та комп'ютерної програми, яка дозволяє відтворити поведінку об'єкту. Імітаційні моделі розглядаються як експерименти, що проводяться на комп'ютерах, з математичними моделями, що імітують поведінку реальних об'єктів. При цьому імітуються елементарні явища, що складають процес, зі збереженням їх логічної структури та послідовності у часі, що дозволяє отримати відомості про стан системи у певний момент часу та оцінити характеристики системи. Імітаційні моделі дозволяють вирішувати більш складні задачі, ніж аналітичні. Наприклад, вони дозволяють досить легко враховувати вплив випадкових факторів.

Програмне забезпечення комп'ютерного експерименту

Програмне забезпечення комп'ютерного експерименту включає різні середовища програмування (Pascal, Delphi, Fortran, Visual Basic), системи комп'ютерної математики (MathCad, MATLAB), спеціалізовані програмні продукти, орієнтовані рішення конкретних прикладних завдань у конкретній області, та інших.

В останні роки все більшої популярності набувають системи комп'ютерної математики – програми, що виникли на стику математики та інформатики та призначені для вирішення та візуалізації математичних завдань. Система Matlab (MATrix LABoratory – матрична лабораторія) займає серед них особливе місце як за ступенем універсальності, так і складністю. За великою кількістю функцій та швидкості обчислень MATLAB перевершує більшість подібних систем і є безперечним лідером у галузі чисельних розрахунків та математичного моделювання різних систем та пристроїв.

Література:

Системи комп'ютерної математики

1. Дащенко А.Ф., Кириллов В.Х., Коломиец Л.В., Оробей В.Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах. Одесса, «Астропринт», 2003. – 214с.
2. Інформаційні технології: Системи комп'ютерної математики [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / І. В. Кравченко, В. І. Микитенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243 с.
3. Лозинський А.О. Розв'язання задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB / А.О. Лозинський , В.І. Мороз , Я.С. Паранчук: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 166 с.
4. Паранчук, Я. С. Алгоритмізація та програмування. MathCAD: навчальний посібник / Я. С. Паранчук, В. І. Мороз ; Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. - 311 с.
5. Ануфриев И. Е. MATLAB 7 / И. Е. Ануфриев, А. Б. Смирнов, Е. Н. Смирнова. – Спб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
6. MATLAB R2007 с нуля / Б. Р. Хант и др. – М. : Лучшие книги, 2008. – 352 с.
7. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель / В. П. Дьяконов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 768 с.
8. Дьяконов В. П. VisSim + Mathcad +MATLAB. Визуальное моделирование / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 384 с.
9. Дьяконов В. П. MATLAB. Обработка сигналов и изображений / В. П. Дьяконов. – СПб. : Питер, 2002. – 297 с.
10. Дьяконов В. П. Mathematica 5/6/7. Полный самоучитель / В. П. Дьяконов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 576 с.
11. Магда Ю. С. LabVIEW / Ю. С. Магда. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 208 с.
12. Дьяконов В. П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. – М.: ДМК, Пресс, 2011. – 800 с.
13. Дьяконов В. П. Компьютерная математика. Теория и практика. – М.: Нолидж, 2001. – 1296 с.
14. В. Говорухин, Б. Цибулин. Компьютер в математическом исследовании: Maple, MATLAB, LaTeX – СПб.: Питер, 2001. – 624 с.
15. Аладьев В. З., Богдявичюс М. А. Maple 6: Решение математических, статистических и инженерно-физических задач. М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. – 824 с.
16. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании / В. П. Дьяконов – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 720 с.
17. Сдвижков О. А. Математика на компьютере: Maple 8 – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 176 с.
18. Дьяконов В. П. Maple 7: Учебный курс. СПб.: Питер, 2002. – 672 с.
19. Поршневу С.В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCAD. – 2-е изд., доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 320 с.

20. Дьяконов В.П. Mathcad 11/12/13 в математике. Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 958 с.
21. Система комп'ютерної алгебри – Вікіпедія <https://uk.wikipedia.org>
22. Mathematica [online]. Access mode: <http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html>
23. Matlab [online]. Access mode: <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
24. MathCAD [online]. Access mode: <http://www.ptc.com/products/mathcad>
25. Maple [online]. Access mode: <http://www.maplesoft.com/products/Maple/index.aspx>
26. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD 7 в математике, в Физике и в Internet. – М: Нолидж, 1998. – 352 с.

Програми схемотехнічного моделювання

27. Бондаренко І.М., Свідерська Л.І., Грицунов О.В. Моделювання в електроніці: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 163 с. https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/14068/1/%D0%9C%D0%92%D0%95_%D0%91%D0%A1%D0%93.pdf
28. Автоматизація схемотехнічного проектування : підручник / В. Ю. Ларін, В. П. Харченко ; МОН України, Національний авіаційний університет, 2017. – 179 с. <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/40741/3/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9B%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BD%20%D0%A5%D0%B0%D1%80%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf>
29. Разевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования и проектирования печатных плат Design Center (Pspice). - М.: Солон, 1996.
30. Разевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования MICRO-CAP V. - М.: Солон, 1997.
31. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM. Программа Electronics Workbench и ее применение. - М.: Солон-Р, 1999.
32. Разевиг В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств DesignLab 8.0. - М.: Солон, 1999.

2. Системи комп'ютерної математики як програмний засіб роботи з структурними, функціональними та інформаційними математичними моделями

MATLAB, GNU Octave, Mathcad, Wolfram Mathematica, Maple.

2.1. Система комп'ютерної математики (СКМ) — це комп'ютерна програма чи пакет програм, що дозволяє виконувати найрізноманітніші математичні операції та перетворення алгебраїчних виразів заданих в чисельній та символній (змінні, функції, поліноми, матриці тощо) формах.

Основні можливості СКМ:

- спрощення алгебраїчних виразів до стандартних форм, у тому числі автоматичне спрощення, часткове і повне диференціювання – аналітичне моделювання ІВС, фізичних принципів вимірювань,

- теоретичний розрахунок похибок вимірювань;*
Matlab: Symbolic Math Toolbox;
- розв'язок лінійних і деяких нелінійних рівнянь – *моделі статистики IBC;*
Matlab: ядро системи; Optimization Toolbox;
 - розв'язок багатьох визначених та невизначених інтегралів (в тому числі багатовимірних інтегралів);
Matlab: ядро системи
 - розв'язок багатьох диференціальних та різницевих рівнянь – *моделі динаміки IBC в неперервній та дискретній формах.*
Matlab: Simulink; Control System Toolbox; Partial Differential Equation Toolbox; System Identification Toolbox;
 - операції з матрицями – *математичні моделі IBC в просторі стану, ідентифікація параметрів математичних моделей, регресійний аналіз;*
Matlab: ядро системи; System Identification Toolbox; Control System Toolbox;
 - статистичні обчислення – *похибки, моделювання та оцінка, обробка експериментальних даних;*
Matlab: ядро системи; System Identification Toolbox; Statistics and Machine Learning Toolbox;
 - експорт оптимізованого коду в інші мови програмування – *створення програм для дослідження, моделювання та проектування об'єктів вимірювань та контролю.*

2.2. Розширені можливості відображення результатів моделювання.

Сучасні СКМ містять функції практично з усіх розділів сучасної математики, підтримують інтерактивну візуалізацію, одну чи кілька мов програмування, і часто дозволяють комбінувати алгоритми, математичні формули, текст, графіку, діаграми чи анімацію зі звуком, а також результати обчислення в одному файлі.

Matlab: функції побудови двовимірних та тривимірних графіків за результатами моделювання.

2.3. Розширені можливості введення та обробки даних.

Взаємодія з системами збору даних. Система збору даних (ССД; data acquisition, DAS, DAQ) - комплекс засобів, що призначений для роботи спільно з персональним комп'ютером або спеціалізованою ЕОМ і виконує автоматизований збір інформації про значення фізичних параметрів у заданих точках об'єкта дослідження з аналогових та /або цифрових джерел сигналу, а також первинну обробку, накопичення та передачу даних.

Спільно з персональною ЕОМ, оснащеною спеціальним програмним забезпеченням (наприклад, на базі СКМ), система збору даних утворює інформаційно-вимірювальну систему (ІС). ІС – це багатоканальний вимірювальний прилад або система приладів з широкими можливостями збирання, обробки та аналізу даних.

Matlab: Data Acquisition Toolbox; Image Acquisition Toolbox; Signal Processing Toolbox; Image Processing Toolbox; Neural Network Toolbox; Wavelet Toolbox.

MATLAB R2020b u LabVIEW NXG 5.10 Community. Інструмент "Interface for MATLAB" в LabVIEW NXG, що дозволяє звертатися до синтаксису MATLAB і суміщувати переваги графічного і текстового програмування.

LabVIEW (англ. Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – це середовище розробки та платформа для виконання програм, створених графічною мовою програмування "G" фірми National Instruments (США). LabVIEW використовується в системах збору та обробки даних, а також для керування технічними об'єктами та технологічними процесами. Ідеологічно LabVIEW дуже близька до SCADA-систем, але на відміну від них більшою мірою орієнтована на вирішення завдань не стільки в області АСУ ТП, скільки в АСНІ.

2.4. Можливості аналітичного та комп'ютерного імітаційного моделювання.

Matlab: Symbolic Math Toolbox.

Додатки з власним інтегрованим середовищем для моделювання інженерних задач та для фізичних обчислень.

Matlab: Simulink; System Identification Toolbox;

2.5. MATLAB — пакет прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті. Система створена компанією The MathWorks і є зручним засобом для роботи з математичними матрицями, малювання функцій, роботи з алгоритмами, створення робочих оболонок (user interfaces) з програмами в інших мовах програмування.

В цьому пакеті задачі розширення можливостей вирішуються за допомогою додаткових спеціалізованих пакетів (Toolbox), що забезпечують можливості символічних та аналітичних обчислень, спеціальні засоби інтегрування з іншими пакетами. Нові властивості надала інтеграція з пакетом Simulink, що призначений для імітаційного моделювання блочно заданих динамічних систем та пристроїв. Пакет Simulink має широкую бібліотеку математичних моделей різних за функціональним призначенням блоків. У склад створюваної моделі системи можуть включатися також генератори різного виду сигналів, віртуальні вимірювальні прилади, графічні засоби відображення результатів моделювання системи.

Переваги: наявність бібліотек функцій (Toolbox) для багатьох прикладних задач в галузі науки і техніки. Робота з матрицями і векторами одним оператором в програмі на вбудованій мові програмування. Розвинуті засоби візуалізації результатів чисельного моделювання.

Застосування – приклади див. п.2.1.

Структурні моделі містять інформацію про внутрішній устрій об'єкта-оригінала, тобто перелік елементів та перелік зв'язків між ними. Інші назви: морфологічний опис, топологічний опис об'єкта.

Simulink; Control System Toolbox.

Функціональні моделі відображають процес зміни стану об'єкта-оригінала у часі. Це є модель поведінки (функціонування) складної системи.

Simulink; Control System Toolbox; Partial Differential Equation Toolbox; System Identification Toolbox;

Інформаційні моделі містять набір даних про об'єкт-оригінал та описують потоки даних в процесі його функціонування.

Data Acquisition Toolbox; Image Acquisition Toolbox; Signal Processing Toolbox; Image Processing Toolbox; Neural Network Toolbox; Wavelet Toolbox.

GNU Octave — система для виконання математичних розрахунків, що надає інтерпретовану мову, багато в чому сумісну з Matlab. GNU Octave може використовуватися для розв'язування лінійних, нелінійних та диференціальних рівнянь, обчислень з використанням комплексних чисел і матриць, візуалізації даних, проведення математичних експериментів.

2.6. Mathcad — система комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування, орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, відрізняється легкістю використання і застосування для колективної роботи.

Mathcad має простий і інтуїтивний для використання інтерфейс користувача. Для введення формул і даних можна використовувати як клавіатуру, так і спеціальні панелі інструментів. Основна відмінність Mathcad від аналогічних програм — це графічний, а не текстовий режим вводу виразів.

Обчислення із введеними формулами здійснюються за бажанням користувача або миттєво, одночасно із набором, або за командою. Будь-які змінні, формули, параметри можна змінювати, спостерігаючи наочно відповідні зміни результату. Це дає можливість організації справді інтерактивних обчислювальних документів.

Mathcad має такі можливості:

1. Розв'язання диференціальних рівнянь, в тому числі і чисельними методами.

2. Побудова двовимірних і тривимірних графіків (в різних системах координат, контурні, векторні тощо).

3. Символьні обчислення, розв'язання систем рівнянь.

4. Операції з векторами і матрицями.

5. Знаходження коренів функцій і поліномів.

6. Статистичні функції і розподіли ймовірностей.

Додаткові пакети розширення:

1. Пакет для обробки сигналів (Signal Processing Extension Pack). У даному пакеті міститься більше 70 вбудованих функцій для обробки сигналів, за допомогою яких можна здійснювати аналогову і цифрову обробку сигналів, проводити аналіз і представляти результати в графічному вигляді.

2. Пакет для обробки зображень (Image Processing Extension Pack). Це розширення забезпечує Mathcad необхідними інструментами для обробки зображень, аналізу і візуалізації.

3. Пакет для виконання складних розрахунків і розв'язання задач оптимізації (Solving & Optimization Extension Pack).

2.7. Wolfram Mathematica — система комп'ютерної алгебри компанії Wolfram Research. Містить багато функцій як для аналітичних перетворень, так і для чисельних розрахунків. Крім того, програма підтримує роботу з графікою і звуком, включаючи побудову дво- і тривимірних графіків функцій, малювання довільних геометричних фігур, імпорт та експорт зображень і звуку.

Можливості:

1. *Аналітичні перетворення.* Розв'язання систем рівнянь і нерівностей. Розв'язання рекурентних рівнянь. Спрощення виразів. Знаходження границь. Інтегрування і диференціювання функцій. Знаходження сум і добутків. Розв'язання диференціальних рівнянь і рівнянь в часткових похідних. Перетворення Фур'є і Лапласа, а також z-перетворення.

2. *Чисельні розрахунки.* Обчислення значень функцій з довільною точністю. Рішення систем рівнянь. Інтегрування і диференціювання. Рішення диференціальних рівнянь і рівнянь в частинних похідних. Перетворення Фур'є і Лапласа, а також z-перетворення.

3. *Лінійна алгебра.* Операції з матрицями. Побудова графіків функцій, в тому числі параметричних кривих і поверхонь.

2.8. Maple — комерційна система комп'ютерної алгебри від компанії Waterloo Maple Inc. Містить понад 5000 функцій для більшості розділів сучасної математики, моделювання та інтерактивної візуалізації, підтримує мову програмування Maple, і дозволяє комбінувати алгоритми, результати обчислення, математичні формули, текст, графіку, діаграми та анімацію зі звуком в електронному документі.

Можливості:

- символні обчислення і чисельні методи;
- математичні функції та методи;
- розв'язування рівнянь;
- диференціальні рівняння;
- лінійна алгебра;
- оптимізація;
- програмування;
- редактор математичних формул;
- візуалізація, графіки, інтерактивні меню;
- елементи для розробки графічних інтерфейсів.

3. Програмні засоби конструкторського оформлення.

P-CAD, DipTrace, DesignLab.

5.1. P-CAD. Потужна система автоматизованого проектування друкованих плат радіоелектронних і обчислювальних пристроїв.

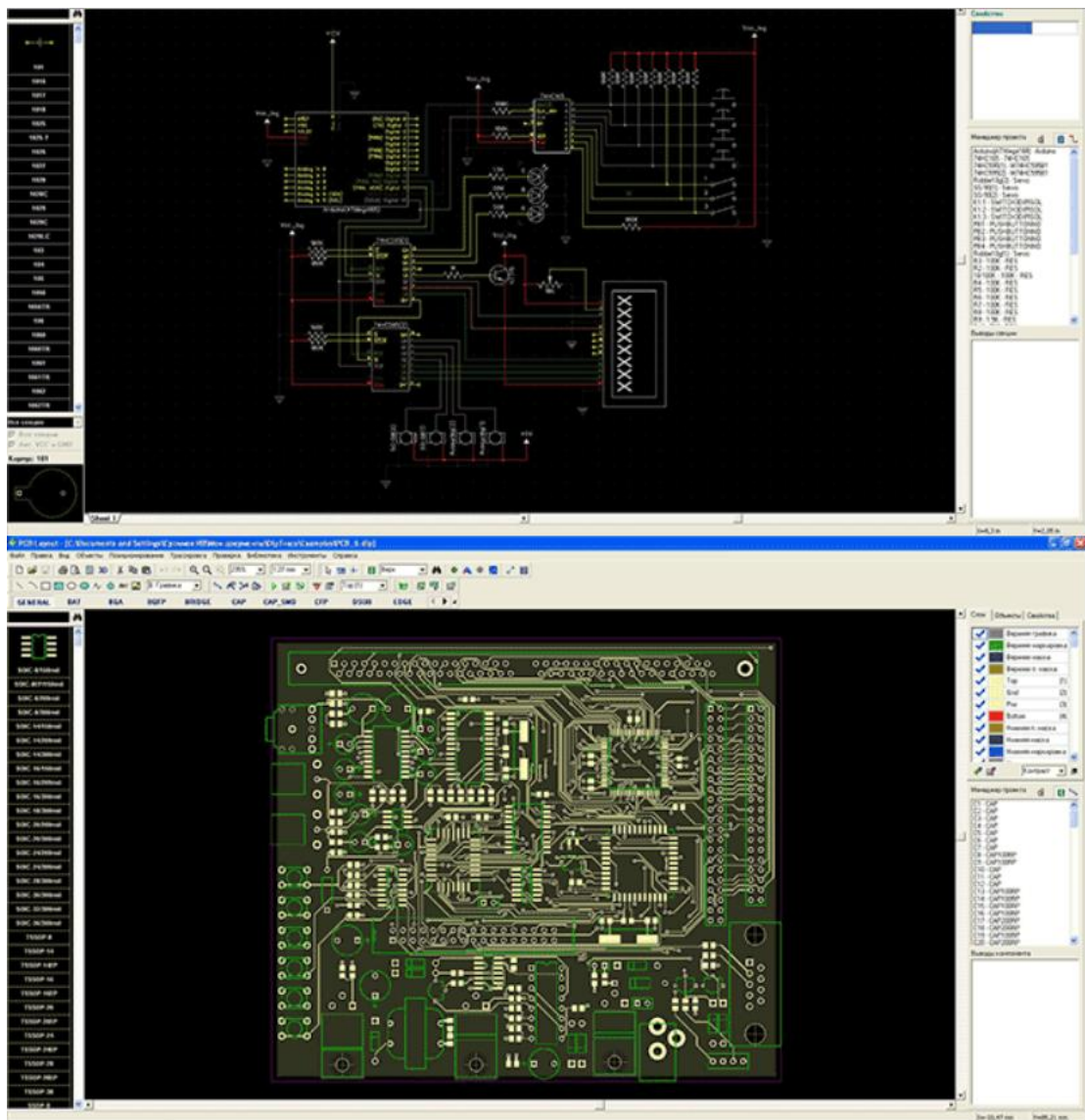
Програма здатна виконати весь цикл розробки друкованих плат, інтерактивне розміщення елементів і автотрасування провідників, пошук помилок на будь-якій стадії проекту, підготовку документації, перевірку цілісності всіх сигналів, аналіз перехресних спотворень. P-CAD складається з двох автономних модулів - Schematic (редактор електричних схем) і PCB (редактор друкованих плат).

Система P-CAD виконує повний цикл проектування друкованих плат, а саме:

- графічне введення електричних схем;
- змішане аналого-цифрове моделювання на основі ядра SPICE3;
- упаковку схеми на друковану плату;
- інтерактивне розміщення компонентів;
- інтерактивне і автоматичне трасування провідників;
- контроль помилок в схемі і друкованій платі;
- випуск документації;
- аналіз цілісності сигналів і перехресних спотворень;
- підготовку файлів Gerber і NC Drill для виробництва друкованих плат;
- підготовку бібліотек символів, топологічних посадкових місць і моделей компонентів.

5.2. DipTrace

Програма складається з наступних модулів: Schematic (для створення багатолистових багаторівневих схем з вбудованим найпростішим симулятором), PCB Layout (для розробки плат за допомогою ручного або автоматичного трасування і систем оптимізації розташування компонентів і розмірів плат), Pattern Editor і Component Editor (для редагування корпусів і компонентів відповідно).



5.3. *Пакет DesignLab* – це інтегрований програмний комплекс для автоматизації проектування аналогових, цифрових, а також змішаних (аналого-цифрових) пристроїв, синтезу пристроїв програмувальної логіки і аналогових фільтрів. У цьому пакеті проектування починається з введення принципової схеми пристрою, її моделювання й оптимізації та закінчується створенням керуючих файлів для програматорів, а також для фотоплоттерів і свердлильних верстатів з метою створення печатних плат.