

УДК 621.3.04: 621.313.001

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПРОГРАМНИХ ПАКЕТІВ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ПРОЦЕСІВ

Голубєва С.М., Морнева М.О.

### COMPARATIVE ESTIMATION OF PROGRAMMATIC PACKAGES OF COMPUTER DESIGN OF ENGINEERING PROCESSES

Golubeva S., Morneva M.

*З метою визначення ефективного програмного пакета для впровадження в навчальний процес з дисциплін електротехнічного та електромеханічного напрямку у статті проводиться аналіз сучасних програмних продуктів. Зроблено висновок про доцільність використання в області моделювання електромеханічних систем програмного пакету Matlab фірми The MathWorks Inc. Визначено вимоги до програмних систем моделювання систем.*

**Ключові слова:** програмний продукт, програмне середовище, інженерне моделювання, математичні задачі, графічний редактор.

**Вступ.** У сучасному науковому світі швидко відбуваються зміни, як внаслідок появи нових відкриттів, теорій, так і внаслідок появи нових ідей, методів, технологій, обладнання [1].

**Постановка проблеми.** Однією з найбільш динамічних і перспективних областей діяльності людей є моделювання інформаційних систем. Зміст багатьох спеціальностей в 2016 році було оновлено згідно з прогресивними змінами в науці і техніці.

Доповнення в стандартах в основному торкнулися спеціальних дисциплін, більше уваги приділено освоєнню комп'ютерних технологій у всіх спеціальностях.

Підвищення ефективності засвоєння матеріалу за рахунок нових засобів і технологій його подачі.

Проведемо аналіз програмних продуктів, які застосовуються в області моделювання електротехнічних і електромеханічних систем.

Моделі, створювані в засобах моделювання, можуть використовуватися в дослідженнях, що вимагає від інструменту великих можливостей.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** За останні 20-25 років моделювання електромеханічних систем за допомогою спеціальних програмних пакетів стало одним з найпоширеніших інструментів для дослідження досить складних систем і процесів. Нині для моделювання електромеханічних си-

стем існує близько 10 поширених програмних засобів [1]. Таке програмне забезпечення продовжує рости і вдосконалюватися, відображаючи тенденцію стійкого попиту на нього [1,2,5].

**Метою статті** є визначення ефективного програмного пакета для впровадження в навчальний процес з дисциплін електротехнічного та електромеханічного напрямку, проведення аналізу сучасних програмних продуктів.

**Результати досліджень.** Обрані для описаного вище аналізу програмні продукти утворюють дві групи: універсальні та спеціалізовані [1]. До спеціалізованих засобів відносяться такі системи моделювання, як Electronics Workbench от фірми Interactive Image Technologies и Vissim от Visual Solutions (USA), Pspice, ELCUT, ATMEL Studio.

Універсальні програмні продукти представлені такими загальноновизнаними продуктами, як: Matlab (з пакетом розширення Simulink), Maple, Mathcad, Mathematica, LabVIEW.

Коротко охарактеризуємо вибрані продукти:

1. Досить поширеним є засіб моделювання Electronics Workbench. Він призначений для проектування і моделювання електричних схем і процесів, однак можливо моделювання і на рівні найпростіших функціональних блоків. Продукт дозволяє створювати схеми будь-якої складності з бібліотек елементів і проводити їх повне тестування за допомогою стандартних інструментів. Програма зручна тим, що користувач може зняти різні характеристики в будь-якій точці схеми, а також отримати їх подання до цифрової і аналогової форми у вигляді графіків.

2. Програма VisSim призначена для побудови, дослідження та оптимізації віртуальних моделей фізичних та технічних об'єктів, зокрема і систем управління.

Програма надає розробнику розвинений графічний інтерфейс, використовуючи який він створює

модель з віртуальних елементів з деякою мірою умовності так само, якби він будував реальну систему зі справжніх елементів. Це дозволяє створювати, а потім досліджувати й оптимізувати моделі системи широкого діапазону складності.

При описі і подальшому побудові моделі в середовищі VisSim немає необхідності записувати і вирішувати диференціальні рівняння, програма це зробить сама за запропонованою їй дослідником структурі системи і параметрами її елементів. Результати рішення виводяться в наочній графічній формі. Тому програмою можуть користуватися і ті, хто не має глибоких знань в математиці і програмуванні.

3. Пакет Matlab (матрична лабораторія) розроблявся як діалогова середовище для матричних обчислень [2]. Операційне середовище дозволяє формулювати проблеми і отримувати рішення в звичній математичній формі, не вдаючись до рутинного програмування. Пакет оснащений хорошою графічною системою і посилений різними пакетами розширень (Панелі інструментів) для ефективної роботи зі спеціальними класами завдань. Особливе місце серед пакетів розширень займає SIMULINK - пакет для моделювання та аналізу динамічних систем. SIMULINK дозволяє ефективно вивчати різні системи (технічні, фізичні та ін.), Розглядати нелінійні задачі з безперервним і дискретним часом. Щоб спростити підготовку моделі, застосовуються функціональні блоки. Після складання схеми з готових або створених користувачем блок-схем можна проводити симуляцію і спостерігати звіти в графічному і цифровому вигляді.

4. Система Maple втілює сучасні технології такі як: символічні обчислення, нескінченна точність чисел, підключаємості до Інтернету і потужний мову для вирішення широкого спектра математичних задач, що виникають в моделюванні та імітації. Завдяки цій виставі формул в поліграфічному форматі, чудовою дво- і трьохмірної графіці та анімації Maple є одночасно потужним науковим графічним редактором. Maple дозволяє виконувати як чисельні, так і аналітичні розрахунки в інтерактивному режимі. Потужним інструментом став Maplelets - унікальний додатковий пакет для Maple, з'явився останнім часом і дає можливість користувачам створювати і налаштовувати власний графічний інтерфейс. Maplelets може бути використаний для створення спеціалізованих калькуляторів, інтерфейсів до пакетів, написаних в середовищі Maple, створення запитів і повідомлень. За допомогою Maplelets користувачі можуть оформити додаток до Maple вікнами прокрутки, кнопками, текстовими вікнами, що сходять меню та іншими елементами графічного інтерфейсу тих користувачів, які можуть застосовувати ці додатки, навіть якщо ніколи не бачили програму Maple. Досягнуте сприяє розвитку багатьох ключових технічних областей, таких як обробка сигналів і зображень, динамічне і математичне моделювання. Робочі документи Maple з «живими», автоматично перетворюваними формулами можуть бути представлені в форматі електронного документа HTML і в інших

комп'ютерних форматах. Все це забезпечує унікальну технологію роботи, коли всі етапи дослідження можна відобразити в одному документі, а підсумковий документ стає статтею, розділом в підручнику, звітом [2].

5. Фірма MathSoft - виробник Mathcad вносить вклад в технічні новачки в широкому спектрі ринків і індустрій, включаючи військову і аерокосмічну галузі, телекомунікації, електронне та електричне обладнання, громадянську інженерію і конструювання, технічні послуги та вища і спеціальну освіту. Mathcad є найбільш широко використовуваним програмним забезпеченням прикладної математики і підтримує середу технічних обчислень, оптимізовану з технічної ефективності і новачки. Mathcad включає безліч операторів, вбудованих функцій і алгоритмів вирішення різноманітних математичних задач. Програма володіє підвищеною точністю і швидкодією обчислень. Висновок формул в природному вигляді, інтерактивний режим роботи, раціональна організація робочого простору (запити, графіки, дані відображаються на одному робочому аркуші), підтримка символічної математики - все це робить систему Mathcad гідним продуктом [3].

6. Mathematica - система, заснована на технології інтерактивного документа (ноутбук). При використанні цієї технології всі вводяться і одержувані дані, зокрема графічні, відображаються в одному документі і при зміні якого - Neubуд параметра на початку документа елементи документа, що залежать від цього параметра, тут же змінюються. Набір математичних функцій у цьому інструменті один із самих великих і ефективних серед розглянутих програм. Mathematica підтримує різні формати звітів, серед яких HTML, TeX, RTF і ін. Суттєво розширюють можливості програми Mathematica пакети розширень: Signals and Systems, Electrical Engineering Examples. З використанням цих розширень можна досить ефективно вирішувати завдання, що містять лінійні перетворення, стандартні уявлення сигналів, візуалізацію. Використання пакетів допоможе зробити алгебраїчні перетворення над сигналами і системами, поліпшити, розробити і впровадити нові алгоритми. Працюючи з сигналів і систем, можна уявити студентам інтерактивні уроки, які містять завдання і рішення в робочому документі системи Mathematica, запропонувати студентам вивести, пояснити і представити свої рішення в цьому ж робочому документі.

7. Програма Pspice призначена для аналізу електронних та електричних схем, симуляції аналогової і цифрової логіки, описаної мовою SPICE, яка призначена для персональних комп'ютерів. Розроблено компанією MicroSim і використовується в автоматизації проектування електронних приладів.

Програма розраховує наступні характеристики електронних ланцюгів [6, 7]:

- режим по ланцюгу постійного струму в «робочій точці» (Bias Point);
- по режиму постійного струму при варіації джерел постійної напруги або струму, температури і інших параметрів ланцюга (DC Sweep);

- чутливість характеристик ланцюга до варіації параметрів компонентів у режимі по постійному струму (Sensitivity);

- малосигнальний передавальні функції в режимі по постійному струму (Transfer Function);

- характеристики лінеаризованого ланцюга в частотній області при впливі одного або декількох сигналів (AC Sweep);

- спектральну щільність внутрішнього шуму (Noise Analysis);

- перехідні процеси при впливі сигналів різної форми (Transient Analysis);

- спектральний аналіз (Fourier Analysis);

- статистичні випробування за методом Монте-Карло і розрахунок найгіршого випадку (Monte Carlo/Worst Case);

- багатоваріантний аналіз при варіації температури (Temperature) та інших параметрів (Parametric).

8. ELCUT - це потужний сучасний комплекс програм для інженерного моделювання електромагнітних, теплових і механічних завдань методом кінцевих елементів. Дружній призначений для користувача інтерфейс, простота опису навіть найскладніших моделей, широкі аналітичні можливості комплексу та високий ступінь автоматизації всіх операцій дозволяють розробнику повністю зосередитися на своєму завданню.

ELCUT – це інтегрована діалогова система програм, що дозволяє вирішувати плоскі і осісиметричні завдання наступних типів [8]:

- розрахунок електричного поля;

- розрахунок магнітного поля.

9. LabVIEW призначена для створення віртуальних панелей управління (LabView). LabView - універсальне середовище для розробки систем збору, обробки даних і управління експериментом, що включає велику бібліотеку функцій, методів аналізу (спектральний і кореляційний аналіз, вейвлетний аналіз, методи фільтрації, статистична обробка), бібліотеки драйверів пристроїв. Основою середовища є графічне програмування на простому і наочному мовою блок-діаграм, що складаються з функціональних вузлів і зв'язків між ними [9].

Зовнішній вигляд і функціональність LabView повторює традиційний фізичний прилад, такий як осцилограф або мультиметр. У LabView проектується лицьова панель віртуального приладу з набору різних керуючих елементів і індикаторів. Після створення лицьовій панелі визначається функціональність віртуального приладу шляхом набору блок-схеми.

LabView зручно використовувати з різними апаратними засобами, вбудованими в персональний комп'ютер або підключаються до нього [9].

За допомогою програмного середовища LabView можна розробляти програмно - апаратні комплекси для тестування, вимірювання, введення даних, аналізу та управління зовнішнім обладнанням. LabView - це 32-х розрядний компілятор, який створює як автономні модулі (.EXE), так і спільно використовуються динамічні бібліотеки (.DLL).

10. Інтегроване середовище розробки ATME Studio - це інтегрована відлагодне середовище розробки додатків для мікроконтролерів AVR компанії Atmel.

AVR Studio містить:

- засоби створення і управління проектом;

- редактор коду на мові асемблер;

- транслятор мови асемблера (Atmel AVR macroassembler);

- відладчик (Debugger);

- програмне забезпечення верхнього рівня для підтримки внутрішньосхемного програмування (In-System Programming, ISP) з використанням стандартних налагоджувальних засобів Atmel AVR.

Робота з AVR Studio починається зі створення проекту. При створенні проекту необхідно вказати використовуваний мікроконтролер і платформу, на якій буде проводитися налагодження програми [10].

Написання програми в AVR Studio проводиться у вікні редактора тексту програми і на мові асемблер.

**Аналіз результатів.** Проведено аналіз використання студентами технічних спеціальностей описаних програм при вивченні інженерних дисциплін (табл.). Згідно з табл., найбільшою затребуваністю мають три продукти (Matlab, Electronics Workbench, Mathcad). Це означає, що модель описати в них простіше, процес опису займає менше часу, немає необхідності знайомитися з мовою програмування.

Таблиця

**Порівняння програмних продуктів  
використовуваних студентами при вивченні  
технічних дисциплін ВНЗ**

Засіб моделювання	Відсоток вивчення студентами засобу моделювання
Electronics Workbench	100
VisSim	80
Matlab	100
Maple	75
Mathcad	100
Mathematica	35
Pspice	45
LabView	40
ATMEL AVR Studio	25

За кількістю можливих реалізацій однієї і тієї ж моделі різними засобами найкращим продуктом слід вважати програму Matlab (можливо п'ять видів реалізацій). Загальним недоліком продуктів Maple, Mathematica, Mathcad є кілька утруднена реалізація динамічного режиму моделювання. Для його реалізації в цих програмах необхідно програмувати цикли, що кілька відволікає від основної мети моделювання. Програми, що забезпечують динамічне моделювання, можуть забезпечувати і статичну моделювання шляхом покрокової обробки подій.

Найбільш сильною рисою програми Matlab є генерація самостійного графічного додатка, що працює без основної програми.

Таким чином, для динамічного моделювання домінуючим продуктом є Matlab. Для статичного

режиму явної переваги немає і можна вибрати один із засобів: Matlab, Mathematica, Mathcad, Maple.

**Висновок.** У статті описана постановка задачі порівняння програмних інструментів, адекватних використання у вивченні вишівських дисциплін, пов'язаних з інформаційними процесами. Обґрунтовано вибір безлічі порівнюваних продуктів. Продуктом, що забезпечує відносно менший час формалізації моделі, MatLAB визнаний. Ця система забезпечує також більшу різноманітність типів звітів.

Для підвищення об'єктивності порівняння потрібно додаткове дослідження із залученням досить широкого кола експертів.

Дану роботу можна розглядати як заділ в складанні порівняльної оцінки програмних систем.

За результатами роботи представляється, що «ідеальне» засіб моделювання повинно відповідати, принаймні, таким вимогам:

1. Наявність великої бібліотеки (архіву) моделей.
2. Підтримка динамічного моделювання з анімацією візуального представлення процесів.
3. Наявність ефективних засобів створення звітів.
4. Наявність добре структурованої довідкової системи, що розширюється користувачем для навчальних цілей.

#### Л і т е р а т у р а

1. Руденко М. В. Сравнительный анализ современных средств компьютерного моделирования информационных процессов. / М. В. Руденко // Вестник кибернетики. – 2002. - № 1.
2. Говорухин В. Компьютер в математическом исследовании. / В. Говорухин, В. Цибулин // Учеб. курс. - СПб: Питер, 2001. - 624 с.
3. Каганов В. И. Радиотехника +Компьютер+Mathcad. / В. И. Каганов // М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 416 с.
4. Перегудов Ф. И. Введение в системный анализ. / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко//Учеб. для вузов. - М.: Высш. шк., 1989. - 367 с.
5. Потемкин В. Г. Система MATLAB. / В. Г. Потемкин // Справочное пособие. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1998. - 350 с.
6. OrCAD 10.5. Моделирование с помощью Pspice. / [http://www.kit-e.ru/articles/cad/2006\\_4\\_190.php](http://www.kit-e.ru/articles/cad/2006_4_190.php)
7. B2 Spice A/D 5.2.3 User's manual: <http://www.texnic.ru/program/007/progr015.htm>.
8. ELCUT 6.2. Руководство пользователя – ООО «Тор» Санкт-Петербург, 2016. – 292 с.
9. LabView 7 Express. Вводный курс – М.: изд-во «ПриборКомплект», 2003. – 42 с.
10. Atmel AVR Studio 6. Atmel Corporation/Rev.: Atmel-42167B-Atmel-Studio User Guide, 2016. – 272 с.

#### R e f e r e n c e s

1. Rudenko M. V. Sravnitel'nyj analiz sovremennyh sredstv komp'yuternogo modelirovaniya informacionnyh processov. / M. V. Rudenko // Vestnik kibernetiki. – 2002. - № 1.
2. Govoruhin V. Komp'yuter v matematicheskom issledovanii. / V. Govoruhin, V. Cibulin // Ucheb. kurs. - SPb: Piter, 2001. - 624 p.
3. Kaganov V. I. Radiotekhnika + Komp'yuter + Mathcad. / V. I. Kaganov// M.: Gorjachaja linija - Telekom, 2001. - 416 p.
4. Peregudov F. I. Vvedenie v sistemnyj analiz. / F. I. Peregudov, Tarasenko F. P. // Ucheb. dlja vuzov. M.: Vyssh. shk., 1989. - 367 p.
5. Potemkin V. G. Sistema MATLAB. / V. G. Potemkin // Spravochnoe posobie. M.: DIALOG-MIFI, 1998. - 350 p.
6. OrCAD 10.5. Modelirovanie s pomoshh'ju Pspice. [http://www.kit-e.ru/articles/cad/2006\\_4\\_190.php](http://www.kit-e.ru/articles/cad/2006_4_190.php)
7. B2 Spice A/D 5.2.3 User's manual: <http://www.texnic.ru/program/007/progr015.htm>.
8. ELCUT 6.2. Rukovodstvo pol'zovatelja – ООО «Тор» Санкт-Петербург, 2016. – 292 p.
9. LabView 7 Express. Vvodnyj kurs – M.: izd-vo «ПриборКомплект», 2003. – 42 p.
10. Atmel AVR Studio 6. Atmel Corporation/Rev.: Atmel-42167B-Atmel-Studio User Guide, 2016. – 272pc.

#### Голубева С.М., Морнева М.О. Сравнительная оценка программных пакетов компьютерного моделирования инженерных процессов

*С целью определения эффективного программного пакета для внедрения в учебный процесс по дисциплинам электротехнического и электромеханического направления, проводится анализ современных программных продуктов. Сделан вывод о целесообразности использования в области моделирования электромеханических систем программного пакета Matlab фирмы The Mathworks Inc. Определены требования к программным системам моделирования систем.*

**Ключевые слова:** программный продукт, программная среда, инженерное моделирование, математические задачи, графический редактор.

#### Golubeva S., Morneva M. Comparative estimation of programmatic packages of computer design of engineering processes

*In order to determine an effective software package for introduction in the educational process in the disciplines of electrical and electromechanical direction, the analysis of modern software products. The conclusion about expediency of use in the field of software package Matlab electromechanical systems simulation company The Mathworks Inc. The requirements for software systems-fashion-regulation systems.*

**Keywords:** software, software environment engineering modeling, mathematical tasks, editing.

**Голубева С.М.** – старший викладач кафедри електричної інженерії ЧНУ ім. В. Даля, e-mail: [glbvnu@rambler.ru](mailto:glbvnu@rambler.ru)  
**Морнева М.О.** – доцент кафедри електричної інженерії ЧНУ ім. В. Даля, e-mail: [morneva@gmail.com](mailto:morneva@gmail.com)

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**