

УДК 519.6:004

DOI: 10.31652/2412-1142-2023-70-35-44

Добровольська Наталія Вікторівна

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем,
Вінницький торговельно-економічний інститут Державного торговельно-економічного університету,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0003-3444-1245
n.dobrovolaska@vtei.edu.ua

Мерінова Світлана Володимирівна

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем,
Вінницький торговельно-економічний інститут Державного торговельно-економічного університету,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0001-6563-5320
s.merinova@vtei.edu.ua

Савицька Людмила Анатоліївна

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри обчислювальної техніки,
Вінницький національний технічний університет,
м. Вінниця, Україна
ORCID ID: 0000-0003-1130-2621
savytska.liudmyla@vntu.edu.ua

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБАМИ МАТЛАВ У СТРУКТУРІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІТ-ІНДУСТРІЇ

Анотація. У статті порушено проблему використання інформаційних технологій у викладанні математичних дисципліни та важливість вирішення задач моделювання процесів та явищ для майбутніх фахівців ІТ-індустрії. Зазначено, що серед основних компетентностей, що формуються у майбутні ІТ-фахівців, є: знання основних класів і принципів побудови моделей, методів моделювання систем; вміння вибирати та використовувати методи математичного моделювання при проектуванні та експлуатації систем, розробляти схеми алгоритмів для дослідження та проектування технічних, технологічних, організаційних, інформаційних систем; знання та вміння застосовувати одну або декілька систем моделювання, проектування, мов програмування. При цьому майбутні ІТ-фахівці мають вміло використовувати інформаційні технології, програмні продукти для вирішення задач моделювання, а саме повинні мати навички моделювання різноманітних процесів, явищ, систем, а також вміти реалізувати ці моделі засобами інформаційних технологій, будувати комп'ютерні моделі.

У статті обґрунтовано доцільність використання пакету прикладних програм Matlab для викладання математичних дисциплін при підготовці фахівців ІТ-індустрії. Зазначено особливості та структурні елементи середовища Matlab, функціональні можливості та існуючі бібліотеки для вирішення задач моделювання. Серед великої кількості представлених бібліотек для візуалізації моделювання в системі Matlab виокремлено лише кілька, що можуть використовуватись здобувачами вищої освіти для вирішення задач моделювання, а саме: optimization toolbox, System identification toolbox, Wavelet toolbox, simulink Також зазначено, що Matlab містить велику кількість процедур та функцій, необхідних інженеру та науковому працівнику для виконання складних обчислень та моделювання поведінки технічних, фізичних та економічних систем. Виокремлено оптимізаційні методи і моделі, наведено ілюстрацію коду, що демонструє базовий процес прогнозування за допомогою лінійної регресії, виробничу функцію в середовищі Matlab. Здійснено огляд методики використання Matlab для вирішення задач моделювання бізнес-процесів. Також зазначено численні переваги середовища Matlab для моделювання бізнес-процесів, а саме: математична потужність, гнучкість, велика бібліотека функцій, інтерактивне середовище, візуалізація даних, оптимізація та аналіз результатів, документація.

Метою статті є обґрунтування доцільності застосування пакету прикладних програм Matlab для викладання курсів математичних дисциплін при підготовці фахівців ІТ-індустрії, зокрема вирішення задачі моделювання процесів та явищ.

У Вінницькому торговельно-економічному інституті ДТЕУ готують фахівців спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» за освітньою програмою «Інформаційні технології у бізнесі» зазначено як обов'язкову компоненту дисципліну «Моделювання бізнес-процесів». Саме на прикладі викладання зазначеної дисципліни, продемонстровано виокремлені типи оптимізаційних задач, методику їх моделювання засобами Matlab. Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці методики використання середовища Matlab до проведення лабораторних робіт дисциплін математичного циклу, зокрема «Моделювання бізнес-процесів», «Дискретна математика» при підготовці майбутніх фахівців ІТ-індустрії за освітньою програмою «Інформаційні технології у бізнесі».

Ключові слова: моделювання, комп'ютерна модель, оптимізаційна задача, оптимізаційна модель, модель бізнес-процесу, методика використання середовища Matlab, пакет прикладних програм Matlab.

1. ВСТУП

Стрімкий розвиток сучасних інформаційних технологій дозволяє дуже ефективно використовувати їх у наукових дослідженнях, інженерії, виробництві, техніці та інших прикладних сферах діяльності. Особливо це стосується сфери освіти, а саме використання інформаційних технологій при викладанні математичних дисциплін, зокрема тих, що пов'язані з моделюванням різних процесів та явищ. За допомогою спеціального програмного забезпечення, майбутній фахівець має можливість будувати моделі різних соціально-економічних процесів та явищ, досліджуючи незвичайні та неможливі в дійсності дії. Вміння створювати економетричні моделі на комп'ютерах дає змогу проводити експерименти, що повністю позбавлені від затрат на сировину та матеріали. Саме таким методом пізнання, аналізу та проектування повинні володіти майбутні фахівці ІТ-індустрії, які несуть відповідальність за розробку і функціональну здатність складних технологічних процесів у виробництві та інших сферах людської діяльності.

Майбутній фахівець галузі інформаційні технології має володіти базовими знаннями у сфері сучасних технологій, вміти передбачити результат технологічних процесів та аналізувати і моделювати їх перебіг, використовуючи моделювання процесів та явищ на комп'ютері засобами інформаційних технологій.

Дослідження питань теорії й практики моделювання обґрунтовано в працях вітчизняних і зарубіжних учених, зокрема В. Глушкова, Б. Кедрова, І. Новіка, Дж. Форрестера, Дж. Шрайбера, В. Штоффа. Значний внесок у розвиток комп'ютерного моделювання технологічних процесів зробили вчені: Р. Кветний, М. Корчемний, О. Ротштейн, І. Черних, С. Штовба та інші науковці.

Сутність моделювання, як засобу підвищення якості навчання майбутніх фахівців у процесі вивчення комп'ютерних дисциплін розкрили К. Коржова та В. Хоменко. Проте застосування пакету прикладних програм Matlab для викладання дисциплін математичного циклу обґрунтовано недостатньо.

Метою статті є обґрунтування доцільності застосування пакету прикладних програм Matlab для викладання курсів математичних дисциплін при підготовці фахівців ІТ-індустрії, зокрема вирішення задачі моделювання процесів та явищ.

Враховуючи зміст основних умінь здобувача вищої освіти за освітньою програмою «Інформаційні технології у бізнесі», слід зазначити, що майбутній фахівець ІТ-індустрії має знати основні принципи побудови моделей, існуючі класи моделей, існуючі методи моделювання систем, процесів та явищ, вміти вибирати та застосовувати методи математичного моделювання, розробляти схеми алгоритмів для дослідження та проектування технічних, інформаційних систем; знати і вміти застосовувати мови програмування для моделювання систем. Так, «на основі знань вищої та прикладної математики, основ алгоритмізації, структур даних, мов програмування майбутній фахівець має вміти створювати моделі вирішення типових економічних задач обробки даних, відлагоджувати ці програми з використанням інструментальних засобів програмування на

персональному комп'ютері; розробляти алгоритми і програми розв'язання виробничих задач; на основі знань можливостей електронних таблиць і навичок роботи з ними – виконувати обробку та аналіз даних, що мають табличну форму, побудову діаграм та графіків для вирішення виробничих та навчальних задач; за допомогою сучасних систем управління базами даних на підставі розробленої моделі бази даних створювати бази даних з пошуком та обробкою даних» [1, с. 28].

У Вінницькому торговельно-економічному інституті ДТЕУ готують фахівців спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» за освітньою програмою «Інформаційні технології у бізнесі». Студенти вивчають ряд математичних дисциплін, серед яких «Моделювання бізнес-процесів», «Системний аналіз», «Дискретна математика» і т.д.. Нині ІТ-фахівці зі знанням основ економіки є досить затребуваними на ринку праці. Оскільки вміння створити ІТ-продукт є необхідним навиком майбутніх фахівців ІТ-індустрії, а вміння адаптувати його до діяльності конкретного підприємства, існуючої економічної ситуації, є необхідним у наш час. Крім цього майбутні фахівці ІТ-індустрії повинні мати навички моделювання різноманітних процесів, явищ, систем, а також вміти реалізувати ці моделі засобами інформаційних технологій, будувати комп'ютерні моделі.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

«Сучасна комп'ютерна математика пропонує цілий набір інтегрованих програмних систем та пакетів програм для автоматизації математичних обчислень: Eureka, Gauss, TK Solver!, Derive, Mathcad, Mathematica, Maple та ін. Слід зазначити, що Matlab – одна з найстарших, ретельно пророблених та перевічених часом систем автоматизації математичних обчислень, побудована на розширеному подаванні та застосуванні матричних операцій. Це знайшло відображення в назві системи Matlab – MATrix LABoratory (МАТрична ЛАБораторія)» [5].

Типове використання Matlab – це: створення алгоритмів; математичні обчислення моделювання; аналіз даних, дослідження і візуалізація; наукова і інженерна графіка; розробка додатків, включаючи створення графічного інтерфейсу. Дана система досить вдало використовується в такій галузі, як економіка.

Matlab дозволяє виконувати розв'язання статистичних, оптимізаційних та фінансово-економічних задач. Проте найбільшою мірою це середовище орієнтоване на виконання інженерних задач, хоча цілий ряд економічних задач теж вирішуються тому що його математичний апарат базується на обчисленнях з матрицями та комплексними числами. Matlab містить велику кількість процедур та функцій, необхідних інженеру та науковому працівнику для виконання складних обчислень та моделювання поведінки технічних, фізичних та економічних систем.

«Система Matlab складається з п'яти основних частин:

1) Matlab – це мова матриць і масивів високого рівня з управлінням потоками, функціями, структурами даних, введенням та виведенням даних і особливостями об'єктно-орієнтованого програмування;

2) середовище Matlab. Це набір інструментів і пристосувань, з якими працює користувач або програміст Matlab. Воно включає засоби для управління змінними в робочій області пам'яті Matlab, введення і виведення даних, а також створення, контролю і відлагодження m-файлів і додатків Matlab;

3) графічна система Matlab включає команди високого рівня для візуалізації дво- і тривимірних даних, обробки зображень, анімації і ілюстрованої графіки. Вона також включає команди низького рівня, що дозволяють повністю редагувати зовнішній вигляд графічної інформації таким чином, як при створенні графічного інтерфейсу користувача (GUI) для Matlab додатків;

4) бібліотека математичних функцій – це велика та різноманітна колекція обчислювальних алгоритмів від елементарних функцій, таких як сума, синус, косинус, комплексна арифметика, до складніших, таких як обернення матриць, знаходження власних значень, функції Беселя, швидке перетворення Фур'є;

5) програмний інтерфейс – це бібліотека, що дозволяє писати програми на C і Fortran, які взаємодіють з Matlab. Вона включає засоби для виклику програм з Matlab (динамічний зв'язок): Matlab викликається як обчислювальний інструмент і для читання або запису m-файлів. Simulink, супутня Matlab програма, – це інтерактивна система для моделювання нелінійних динамічних систем. Вона є середовищем, яке управляється мишкою, що дозволяє моделювати процес шляхом перетягування і маніпуляції блоків діаграм на екрані. Simulink працює з лінійними, нелінійними, безперервними, дискретними, багатовимірними системами» [5].

«Серед великої кількості представлених бібліотек для візуалізації моделювання в системі Matlab виокремимо лише кілька, що можна запропонувати здобувачам вищої освіти для вирішення задач моделювання, а саме: optimization toolbox, system identification toolbox, wavelet toolbox, simulink» [2, С.35].

Пакет Matlab містить велику кількість документації, що є довідником з математичного забезпечення. Розглянемо основне призначення кожної із перерахованих нами вище бібліотек.

«Optimization toolbox включає програми методів мінімізації та максимізації лінійних і нелінійних функцій. Ці програми можуть бути використані для вирішення складних задач оптимізації вартості, надійності та якості для різноманітних додатків. Основні властивості: безумовна оптимізація нелінійних функцій; метод найменших квадратів і нелінійна інтерполяція; рішення нелінійних рівнянь; лінійне програмування; квадратичне програмування; умовна мінімізація нелінійних функцій; метод мінімакса; багатокритеріальна оптимізація.

System identification toolbox містить інструменти для створення математичних моделей динамічних систем на основі спостережуваних вхідних/вихідних даних. Основні властивості: попередня обробка даних, включаючи попередню фільтрацію, видалення трендів і зміщень; вибір діапазону даних для аналізу; методи авторегресії; аналіз відзиву в часовій і частотній сферах; відображення нулів і полюсів передаточної функції системи; аналіз неув'язок при тестуванні моделі.

Wavelet toolbox – це повний набір програм для дослідження багатомірних нестационарних явищ. Корисний для таких додатків, як обробка мови та аудіосигналів, телекомунікації, геофізики, фінансів та медицини. Основні властивості: перетворення багатомірних неперервних сигналів; дискретне перетворення сигналів; декомпозиція та аналіз сигналів і зображень; вибір базисних функцій, включаючи корекцію граничних ефектів; пакетна обробка сигналів і зображень; оптимальне стиснення сигналів; встановлення жорстких і нежорстких порогів.

Simulink є інтерактивним середовищем для моделювання та аналізу широкого класу динамічних систем. Можливість конструювання моделей із стандартних блоків за допомогою технології «drag-and-drop». Основні засоби для моделювання та аналізу: обширна бібліотека блоків для створення лінійних і нелінійних, дискретних і неперервних, гібридних, SISO і MIMO моделей; ієрархічна структура моделей з необмеженою вкладеністю; скалярні і векторні зв'язки; засіб для створення користувацьких блоків і бібліотек; інтерактивне моделювання із «живим» відображенням на екрані; сім методів інтегрування з фіксованим і змінним кроком; лінеаризація; моделювання Монте-Карло; визначення точок рівноваги; різноманітні способи виводу на екран і бібліотека вхідних сигналів» [2, С.36].

Зазначимо, що «сфера застосування оптимізаційних методів і моделей є досить широкою. Математичне моделювання, планування і прогнозування в економіці, техніці тощо пов'язані з необхідністю пошуку найкращого з можливих варіантів функціонування систем будь-яких рівнів ієрархії, з покращенням якості, надійності та достовірності моделей, скороченням їхньої розмірності тощо. Задача розрахунку параметрів чисельної математичної моделі в більшості випадків зводиться до вирішення деякої оптимізаційної задачі. Методи оптимізації призначено для знаходження екстремумів функцій і точок, у яких вони мають

місце при наявності обмежень або без них. Ефективне застосування оптимізаційних методів і моделей потребує знань принципів і прийомів математичного моделювання, вмінь побудови економіко-математичних моделей економічних процесів й явищ, знань методик інтерпретації результатів моделювання різних явищ, процесів, задач, зокрема, економічних» [6].

Використання середовища Matlab для моделювання дозволяє фахівцям IT-індустрії, інженерам, науковцям проводити чисельні моделювання та аналіз даних. Продемонструємо методику використання Matlab для викладання дисципліни «Моделювання бізнес-процесів» для підготовки фахівців спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»:

1. На першому етапі доцільно проводити ознайомлення з Matlab. Адже перш ніж почати моделювати, необхідно ознайомитися з основами роботи всередовищі Matlab. Для цього нами розроблено першу лабораторну роботу з дисципліни «Моделювання бізнес-процесів» під назвою «Основи роботи в середовищі Matlab». Здобувачам вищої освіти пропонується завантажити або запустити Matlab-online з сайту розробника (потрібна реєстрація):<https://www.mathworks.com/products/Matlab-online.html>

2. На другому етапі потрібно розробити математичну модель. Як відомо, математичною моделлю системи чи процесу, який потрібно змоделювати може бути система нерівностей, система рівнянь, система диференціальних рівнянь, регресійні моделі однофакторні та багатфакторні і т.д.

3. Наступним етапом є створення коду моделі. Використовуючи Matlab, мову високого рівня програмування, прописують код для моделі, використовуючи скрипти або функції для цього. Matlab містить багато вбудованих інструментів для оптимізаційних моделей, таких як `fmincon`, `fminunc`, `linprog`, `quadprog` та інші. При цьому використовують вбудовані бібліотеки для роботи з лінійним та цілочисельним програмуванням, глобальною оптимізацією та іншими спеціалізованими оптимізаційними завданнями. Дане середовище використовують для розв'язання як лінійних, так і нелінійних задач оптимізації. Є можливість змінити цільову функцію та обмеження відповідно до умови задачі.

4. Наступний етап програмування – це визначення початкових умов і параметрів моделі. Для конкретної математичної моделі задаються початкові умови та параметри. Matlab дозволяє задавати різні види обмежень, включаючи нелінійні обмеження, які часто зустрічаються в складних завданнях оптимізації.

5. На етапі симуляції та обчислення моделі можна змінювати параметри і спостерігати, як це працює на результати моделювання. У Matlab є можливість використовувати паралельну обчислювальну потужність для прискорення оптимізації, що особливо корисно для великих і обчислювально витратних завдань.

6. Наступним етапом після створення моделі є візуалізація. Matlab надає широкі можливості для візуалізації даних і моделювання результатів, засобами графіків, діаграм та інших інструментів для аналізу та відображення результатів. Після отримання результатів виконують їх аналіз. За потребою, можна виконати оптимізацію параметрів або методів моделювання.

7. Кінцевим етапом є зберігання моделі. Розроблену модель зберігають для майбутнього використання та спільної роботи. У подальшому можна вносити зміни до моделі, додавати нові функції або підтримувати та вдосконалювати її відповідно до потреб.

Ця методика може варіюватись у залежності від конкретного завдання моделювання та досвіду роботи користувача з Matlab. Важливо аналізувати та валідувати результати моделі, а також слідувати кращим практикам програмування та моделювання.

Розробка моделей бізнес-процесів у Matlab може бути корисною для аналізу та оптимізації різних бізнес-сценаріїв. Розглянемо деякі з них.

Побудова моделі прогнозування продажу здійснюється за допомогою аналізу часових рядів та статистичних методів, що допомагає вирішити задачу планування запасів та оптимізації виробництва. Використовуючи статистичні методи та машинне навчання для передбачення ймовірності неплатоспроможності клієнтів можна запропонувати здобувачам вищої освіти розробити модель для оцінки кредитного ризику клієнтів.

Ось приклад створення і навчання моделі лінійної регресії в Matlab:

```
% Завантаження та підготовка даних (припустимо, що у вас є матриця X та вектор y)
load('дані.mat'); % Завантаження даних
% Розбиття даних на навчальний та тестовий набори
cv = cvpartition(size(X, 1), 'Holdout', 0.2);
X_train = X(training(cv), :);
y_train = y(training(cv));
X_test = X(test(cv), :);
y_test = y(test(cv));
% Створення моделі лінійної регресії
mdl = fitlm(X_train, y_train);
% Прогнозування за допомогою моделі
y_pred = predict(mdl, X_test);
% Оцінка продуктивності моделі
mse = mean((y_test - y_pred).^2);
mae = mean(abs(y_test - y_pred));
r_squared = 1 - (sum((y_test - y_pred).^2) / sum((y_test - mean(y_test)).^2));
% Виведення результатів
fprintf('MSE: %f\n', mse);
fprintf('MAE: %f\n', mae);
fprintf('R-squared: %f\n', r_squared);
```

Цей код демонструє базовий процес прогнозування за допомогою лінійної регресії в Matlab. Здобувачі вищої освіти можуть адаптувати цей код для своєї конкретної задачі та обраного методу прогнозування.

Засобами Matlab можна управляти ланцюгом постачання, створивши модель для оптимізації ланцюга постачання, враховуючи різні фактори, такі як терміни поставки, запаси та витрати. Matlab при цьому може використовувати оптимізаційні інструменти для пошуку оптимальних рішень.

Засобами Matlab можна аналізувати ринок та прогнозувати попит, що сприятиме плануванню виробничих та маркетингових стратегій. При цьому використовують статистичні методи для аналізу та прогнозування попиту на продукти або послуги конкретної компанії. Також можна створити фінансову модель для аналізу витрат, прибутку та рентабельності бізнесу. Можна включити в модель різні сценарії та чинники впливу.

Розроблена модель для ефективного розподілу ресурсів та управління проектами у середовищі Matlab може бути корисною для планування та оптимізації ресурсів, включаючи робочу силу, обладнання та бюджет проєктів. Для дрібних організацій та фірм можна розробити модель для оптимізації цін та акцій, що дозволить аналізувати вплив знижок, акцій та інших маркетингових заходів на прибуток. Також можна створити модель для аналізу клієнтських даних та рекомендацій, що сприятиме покращенню взаємодії з клієнтами та підвищенню їхньої лояльності.

Використання середовища Matlab для моделювання бізнес-процесів має численні переваги, а саме: математична потужність, гнучкість, велика бібліотека функцій, інтерактивне середовище, візуалізація даних, оптимізація та аналіз результатів, документація. Детальніше розглянемо перелічені нами переваги:

Matlab дозволяє створювати і розв'язувати різні типи моделей бізнес-процесів, включаючи диференціальне рівняння, оптимізаційні задачі, стохастичні моделі та інші. Інструменти Matlab можна адаптувати для вирішення конкретних задач. Також є досить широкий набір функцій та інструментів для обчислення, включаючи багато готових функцій для розв'язання типових задач, що значно спрощує розробку моделей бізнес-процесів. Що є досить позитивним моментом для майбутніх фахівців IT-індустрії, Matlab надає інтерактивну робочу область, яка дозволяє користувачам експериментувати, тестувати та аналізувати

моделі в реальному часі. Слід зазначити, що можна вводити команди і бачити миттєві результати. У даному середовищі є можливість у досить зручній формі візуалізувати дані, що в свою чергу сприятиме ефективному прийняттю рішень. Також існує можливість аналізувати результати моделювання та використовувати їх для удосконалення процесів. Оскільки Matlab має велику кількість користувачів спільноти та широкий доступ до документації, то можна досить швидко знайти відповіді на свої питання і проблеми через підтримку спільноти та офіційної документації.

Наведемо приклад вирішення оптимізаційної задачі засобами Matlab. Паралельно із розв'язком задачі, подається графічна інтерпретація

```

clc
close all
f=[-0.5, -0.6]; % Вектор коефіцієнтів цільової функції;
% Матриця коефіцієнтів системи лінійних нерівностей:
A=[4 3; 7 8];
b=[24; 56]; % Вектор вільних членів;
lb=[]; % Нижні обмеження змінних;
% Звернення до програми лінійного програмування:
[x,fval] = linprog(f,A,b,[],[],lb);
% Вивід розрахункових даних
% Вивід оптимального рішення:
% Графічне розв'язання задачі:
xs = 0:1:8;
y1 = max((24-3*xs)/4, 0);
y2 = max((56-8*xs)/8, 0);
plot(xs,y1,xs,y2)
grid on
legend('4x1+3x2<=24', '7x1+8x2<=56')
xlabel('Рукавиці')
ylabel('Головні убори')
hold on
ytop = min([y1; y2]);
area(xs, ytop, 'FaceColor', [0.5 0.5 0.5]);
hold on
plot(x(1), x(2), 'go')
    
```

Рис. 1.- Код моделі оптимізаційної

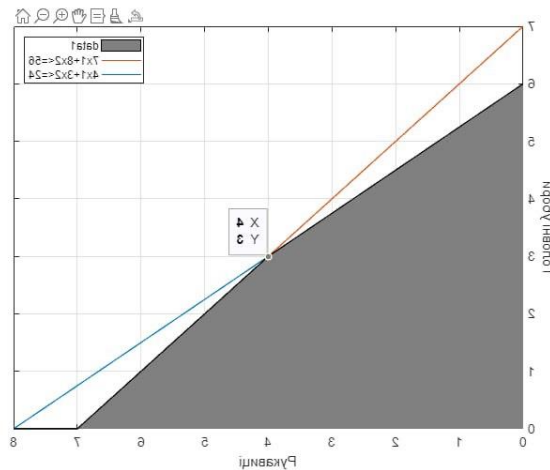


Рис. 2. Графічна інтерпретація оптимізаційної моделі лінійного програмування

Побудова виробничої функції в Matlab може бути корисною для моделювання виробничих процесів та оптимізації виробничих операцій. Виробнича функція описує залежність виробничого виходу від вхідних параметрів. Ось простий приклад побудови виробничої функції в Matlab:

Припустимо, потрібно побудувати виробничу функцію для простого процесу виготовлення продукту, де виробничий вихід (наприклад, кількість продукту) залежить від двох параметрів: кількості витрат сировини та кількості витрат робочої сили.

Код прописаний в Matlab матиме вид:

```

% Створення вхідних параметрів raw_materials = [100, 120, 140, 160, 180];
% Кількість витрат сировини labor = [4, 5, 6, 7, 8];
% Кількість витрат робочої сили
% Виробнича функція (припустимо, це простий лінійний відносний рівняння)
production = 2 * raw_materials + 3 * labor;
% Виведення результатів disp('Виробничий вихід:'); disp(production);
    
```

У запропонованому базовому прикладі визначено два вхідні параметри: кількість витрат сировини та кількість витрат робочої сили. Виробнича функція, у наведеному вище прикладі є простою лінійною функцією, що обчислює кількість виготовленого продукту на основі вхідних параметрів. Зауважимо, що виробничу функцію можна змінити відповідно до потреб, а також можна поміняти складніші виробничі процеси та залежність між вхідними параметрами і виробничим виходом. Проте, оскільки це лише базовий приклад, зазначимо, що в реальних виробничих процесах можна знайти більш складні моделі та методи для аналізу та оптимізації.

Побудова виробничої функції в Matlab включає в себе створення математичної моделі, яка показує виробничий процес або взаємозв'язок між виробничими факторами і виробництвом. Ось приклад побудови простої виробничої функції в MATLAB:

```
% Визначення параметрів виробничої функції
a = 0.5;
b = 0.3;
c = 0.2;
% Вхідні дані
L = [100, 150, 200]; % Робоча сила
K = [500, 600, 700]; % Капітал
% Обчислення виробництва за виробничою функцією
Y = a * L.^b .* K.^c;
% Вивід результатів
disp('Виробництво:');
disp(Y);
```

Цей код обчислює виробництво для різних композицій робочої сили та капіталу на основі виробничих функцій. Є можливість адаптувати параметри (a, b, c) і вхідні дані (L і K) відповідно до конкретного бізнес-сценарію. Також виробнича функція може бути більш складною та включати інші важливі фактори.

Нами наведено приклад створення оптимізаційної моделі у середовищі Matlab. Слід зазначити, що дане середовище є потужним інструментом для вирішення складних математичних задач, зокрема створення моделей бізнес-процесів, а отже, є можливість використовувати різноманітні математичні методи та алгоритми для створення точних моделей бізнес-процесів, що в свою чергу є досить корисним для майбутніх фахівців ІТ-індустрії.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відзначимо, що пакет прикладних програм Матлаб є корисними засобами вивчення математичних дисциплін, зокрема професійно-орієнтованих, які широко використовують моделювання як науковий метод дослідження, а саме: моделювання бізнес-процесів, моделювання економіки, системний аналіз, економічна кібернетика тощо та будуть корисні при проведенні лабораторних робіт та практичних занять. Тому, на нашу думку, було б доцільно включити до навчальних планів вивчення сучасних пакетів комп'ютерного моделювання, зокрема, пакету Matlab, що особливо важливо для підготовки висококваліфікованих фахівців ІТ-індустрії, а також менеджерів, фінансових та банківських аналітиків тощо. Проте проблема використання пакету Matlab при викладанні математичних дисциплін є недостатньо дослідженою. Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці методики використання середовища Matlab до проведення лабораторних робіт з дисципліни «Дискретна математика» при підготовці майбутніх фахівців ІТ-індустрії за освітньою програмою «Інформаційні технології у бізнесі».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Добровольська Н.В., Добровольський О.І., Мерінова С.В. Дидактичний аспект формування цифрової компетентності майбутніх фахівців-економістів при викладанні курсу “Моделювання бізнес-процесів” Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. 2022. Вип. 66. С.31-38
- [2] Цідило І. М, Ковальський Імітаційне моделювання засобами matlab у структурі підготовки інженера-педагога. Наукові записки. Серія Педагогіка №1, 2013. С.31-40
- [3] Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с

- [4] Лазарев Ю. Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. Київ: НТУУ "КПІ", 2011. 421 с [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://elprivod.nmu.org.ua/files/mathapps/mds_matlab.pdf
- [5] Основи роботи з системою інженерних та науково-технічних обчислень MATLAB [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mte.nure.ua/pdf/studying/zov_itpz_lk6.pdf
- [6] Хоменко Ж.М. Аналіз можливостей використання середовищ комп'ютерної математики для розв'язку задач оптимізації систем ВІСНИК ЖДТУ. 2018. № 2 (82) С. 173-178.
- [7] Довгий Б.П. "Методи економічних обчислень". Лекції для студентів механіко-математичного факультету К.;, 2022. 134 с
- [8] Малярець Л. М., Квальова К.О. Дослідження операцій та методи оптимізації : лабораторний практикум в середовищі MATLAB [Електронний ресурс]. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. 123 с.

MODELING USING MATLAB U STRUCTURES OF TRAINING OF IT INDUSTRY SPECIALISTS

Dobrovolska Nataliia Viktorivna

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Information Systems,
Vinnytsia Institute of Trade and Economics of the State University of Trade and Economics,
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-3444-1245
n.dobrovolska@vtei.edu.ua

Merinova Svitlana Volodymyrivna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Information Systems,
Vinnytsia Institute of Trade and Economics of the State University of Trade and Economics,
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-6563-5320
s.merinova@vtei.edu.ua

Savytska Lyudmila Anatoliivna

Candidate of technical sciences, Associate professor,
Associate professor of the Department of Computer Engineering,
Vinnytsia National Technical University,
Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-1130-2621
savytska.liudmyla@vntu.edu.ua

Abstract. In the article the problem of the use of information technologies is broken in teaching of mathematical disciplines and importance of decision of tasks of design of processes and phenomena for the future specialists of information technologies. It is marked that among basic компетентностей, that formed for such specialists: knowledge of basic classes and principles of construction of models, methods of design of the systems; ability to choose and use the methods of mathematical design for planning and exploitation of the systems, to develop the charts of algorithms for research and planning of the technical, technological, organizational, informative systems; knowledge and ability to apply one or a few systems of design, planning, as if programming. Thus future specialists of information technologies must skilfully use information technologies, programmatic foods for the decision of design tasks, namely must have skills of design of various processes, phenomena, systems, and also able to realize these models facilities of information technologies.

In the article expediency of the use of application of Matlab package is reasonable for teaching of mathematical disciplines at preparation specialists of information technologies. Features and structural elements of environment of Matlab, functional possibilities and existent libraries, are marked for the decision of design tasks. Among plenty of the presented libraries for visualization of design in the system Matlab it is distinguished only a few, that can be used by the bread-winners of higher education for the decision of design tasks, namely: optimization toolbox, System of identification toolbox, Wavelet of toolbox, simulink it is Also marked that Matlab contains plenty of procedures and functions necessary to the engineer and research worker for implementation of difficult calculations and design of behavior of the technical, physical and economic systems.

Optimization methods and models are distinguished, illustration over of koda that demonstrates the base process of prognostication by means of linear regression is brought, productive function in the environment of Matlab. The review of methodology of the use of Matlab is carried out for the decision of tasks of design of business processes. Numerous advantages of environment of Matlab are also marked for the design of business processes, namely: mathematical power, flexibility, large library of functions, interactive environment, visualization of data, optimization and analysis of results, documentation.

The aim of the article is a ground of expediency of application of application of Matlab package for teaching of courses of mathematical disciplines at preparation of specialists on information technologies, in particular decision of task of design of processes and phenomena.

In the Vinnytsya trade and economic institute prepare the specialists of speciality 126 the "Informative systems and technologies" on the educational program "Information technologies in business" are marked as an obligatory component discipline of "Design of business processes". Exactly on the example of teaching of the marked discipline, the distinguished types of optimization tasks are shown, methodology of their design by facilities of Matlab. See the prospects of further researches in development of methodology of the use of environment of Matlab to realization of laboratory works of disciplines of mathematical cycle, in particular "Design of business processes", "Discrete mathematics" at preparation of future specialists on information technologies on the educational program "Information technologies in business".

Keywords: design, computer model, optimization task, optimization model, model to the business process, methodology of the use of environment of Matlab, application of Matlab package.

References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Dobrovolska N.V., Dobrovolskyi O.I., Merinova S.V. Dydaktychnyi aspekt formuvannia tsyfrovoy kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv-ekonomistiv pry vykladanni kursu "Modeliuvannia biznes-protsesiv" Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: zbirnyk naukovykh prats. 2022. Vyp. 66. S.31-38
- [2] Tsidylo I. M., Kovalskyi Imitatsiine modeliuvannia zasobamy matlab u strukturi pidhotovky inzhenerapedahoha. Naukovi zapysky. Seriya Pedagogika №1, 2013. S.31-40
- [3] Kvietnyi R. N., Bohach I. V., Boiko O. R., Sofyna O. Yu., Shushura O.M. Komp'uterne modeliuvannia system ta protsesiv. Metody obchyslen. Chastyna 1 : navchalnyi posibnyk. Vinnytsia: VNTU, 2012. 193 s
- [4] Lazariev Yu. F. Modeliuvannia dynamichnykh system u Matlab. Elektronnyi navchalnyi posibnyk. Kyiv: NTUU "KPI", 2011. 421 c [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: https://elprivod.nmu.org.ua/files/mathapps/mds_matlab.pdf
- [5] Osnovy roboty z systemoiu inzhenernykh ta naukovo-tekhnichnykh obchyslen Matlab [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
- [6] Khomenko Zh.M Analiz mozhlyvostei vykorystannia seredovyshch komp'iuternoї matematyky dlia rozv'iazku zadach optymizatsii system VISNYK ZhDTU. 2018. № 2 (82) S. 173-178.
- [7] Dovhyi B.P. "Metody ekonomichnykh obchyslen". Lektsii dlia studentiv mekhaniko-matematychnoh fakultetu K., 2022. 134 s
- [8] Maliarets L. M., Kvalova K.O. Doslidzhennia operatsii ta metody optymizatsii : laboratornyq praktykum v seredovyshchi MATLAB [Elektronnyi resurs]. Kharkiv: KhNEU im. S. Kuznetsia, 2018. 123 s.