

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ У МАТЕМАТИЧНІЙ ІНФОРМАТИЦІ

Summary. The Agency for Restructuring and Modernisation of Agriculture (ARMA) was established in 1994 with the aim of supporting the agriculture and rural development. ARMA has been designated by the Government of Poland to perform the role of an accredited paying agency. It deals with the implementation of instruments co-financed from the European Union budget and provides aid from national funds. The Agency for Restructuring and Modernisation of Agriculture continues the provision of aid from the national funds in the form of subsidies to interest on investment credits. Banks cooperating with the Agency grant the credits from own funds to the entities engaged in fruit and vegetable production or processing. The credits supporting the undertakings of agricultural business constitute about 60 % of the credit portfolio of co-operative banks. Moreover, these credits are often the only source of financial support for farms.

1. Ustawa z dnia 29 grudnia 1993 r. o utworzeniu Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 stycznia 1996 r. w sprawie szczegółowych kierunków działalności Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz sposobów ich realizacji.

3. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 października 2003 r. w sprawie nadania statutu Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

4. Uchwały 7 sędziów Naczelnego Sądu Administracyjnego w Warszawie z dnia 25 sierpnia 2003 r. (FPS 7/03, ONSA 2004/1/4).

5. Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie z dnia 27 stycznia 2004 r. (III SA 1575/02, Lex 110824).

6. <http://www.bs.net.pl/?dzial=00002&news=12887> (internetowy serwis bankowości spółdzielczej).

Ігор Вірт, доктор фізико-математичних наук, професор
кафедри машинознавства

Тарас Кобильник, викладач

кафедри інформатики та обчислювальної математики

Любов Лазурчак, викладач

кафедри інформатики та обчислювальної математики

Дрогобицького державного педагогічного університету
імені Івана Франка

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ У МАТЕМАТИЧНІЙ ІНФОРМАТИЦІ

У статті показано можливості використання моделювання для розв'язування практичних задач з використанням систем комп'ютерної математики.

Постановка проблеми. Розв'язуючи прикладні задачі, необхідно вміти абстрагуватися, виокремлювати суттєві і несуттєві характеристики об'єкта, системи. При розробці моделі насамперед потрібно прагнути до розумного балансу її точності (підвищення якої, як правило, досягається ускладненням формулювань).

Інформатика в міру становлення у своїх теоретичних основах і методах неухильно математизується. І навпаки, методи інформатики, інформаційні технології проникають у глибини математики, впливають на деякі риси стилю, техніки і змісту математичних досліджень. Це передовсім стосується використання математичних моделей та інформаційних технологій для дослідження об'єктів реальної дійсності, розв'язування практичних задач, що виникають у всіх сферах діяль-

ності людини. Тому при підготовці фахівців у педагогічних університетах побудові математичних моделей та їх дослідженню, зокрема з використанням інформаційних технологій (наприклад, систем комп'ютерної математики (СКМ)), слід приділяти значну увагу [9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Різні аспекти використання СКМ як технічні, так і дидактичні розглядаються у працях таких науковців, як В.З. Аладьєв, М.Л. Шишаков, В.П. Дьяконов, Т.В. Капустіна, Ю.Ф. Лазарєв, Ю.Г. Лотюк, Б.М. Манзон, В.Ф. Очков, Г.В. Прохоров, В.Г. Потьомкін, С.А. Раков, Ю.В. Триус та інших. Вони, як правило, звертали увагу на вивчення та використання СКМ таких як Maple [1], MathCAD [4], MatLab [2], Mathematica [10] та інших.

Мета статті: показати можливості викорис-

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ У МАТЕМАТИЧНІЙ ІНФОРМАТИЦІ

тання системи комп'ютерної математики для розв'язування задач з допомогою моделювання.

Виклад основного матеріалу. Найважливішими у процесі моделювання є вибір моделі і перенесення результатів дослідження моделі на оригінал.

При розробці моделі насамперед потрібно прагнути до розумного балансу її точності (підвищення якої, як правило, досягається ускладненням формулювань) і простоти оптимізації. Один зі способів досягнення такого балансу – “покрокове” уточнення моделі, коли одна за одною будуються всі поступово ускладнені версії.

Модель – це заміник оригіналу, що дозволяє вивчати або фіксувати деякі властивості оригіналу. Фіксація властивостей оригіналу є частковою задачею моделювання. Більш загальне та важливе дослідження оригіналу за допомогою моделі, що завжди супроводжується фіксацією його важливих властивостей.

Приклад 1. При створенні рухомих об'єктів потрібно встановити залежність лобового опору від швидкості. Визначити аналітичну залежність можна, але складно. Це питання вирішується розглядом геометрично подібної моделі менших розмірів в аеротрубі. Заміна оригіналу в даному випадку забезпечує фіксацію важливих властивостей оригіналу і можливість його дослідження.

Згідно з [8] процес моделювання складається з таких основних етапів:

- постановка задачі і визначення властивостей об'єкта, який потрібно досліджувати;
- констатація труднощів або неможливості дослідження об'єкта безпосередньо;
- вибір моделі, що достатньо добре фіксує істотні властивості об'єкта і може легко досліджуватися;
- дослідження моделі відповідно до поставленої задачі;
- перенесення результатів дослідження моделі на об'єкт;
- перевірка отриманих результатів.

Від якості підготовки математичної моделі залежить якість отриманих результатів. Процес формування математичної задачі та алгоритму її розв'язування є досить складним. Його називають обчислювальним експериментом [7] і можна подати у вигляді таких етапів [3]:

- вивчення об'єкта;
- описове моделювання;
- математичне моделювання;
- вибір або створення методу розв'язування;
- вибір або написання програми для розв'язування задачі з допомогою комп'ютера;
- розв'язування задачі з допомогою комп'ютера;

- аналіз отриманого розв'язку.

Особливу увагу студентів слід звернути на аналіз отриманого результату. Він буває формальним (математичним) і змістовним. При формальному аналізі перевіряють відповідність отриманого розв'язку побудованій математичній моделі, тобто перевіряють правильність введення вхідних даних, функціонування програми тощо. При змістовному аналізі перевіряють відповідність отриманого розв'язку тому реальному об'єкту, який моделювали. У результаті змістовного аналізу модель (словесна і математична) може бути змінена, після чого процес розгляду повторюється. Тільки після повного закінчення аналізу (і формального, і змістовного) модель може бути використана для розрахунків.

Для того, щоб наголосити на важливості змістовного аналізу, можна навести такий випадок. Коли вперше розв'язували задачу про дієту, за фактор оптимізації вибрали мінімум затрат, а в умови-обмеження включили тільки вимогу щодо калорійності їжі. Розв'язок задачі був такий: харчуватися потрібно тільки овцотом (він належав до можливих продуктів-харчування): і калорійність забезпечена, і вартість мінімальна.

Студентам пропонується розв'язати таку задачу розміщення за допомогою моделювання.

Постановка задачі. Припустимо, що у нас є система з n населених пунктів і доріг, що їх з'єднують. Розмірами населеними пунктами можна знехтувати, зображуючи їх точками; між населеними пунктами задані відстані (по дорозі). Нехай відомо такі дані: p_i , $i = 1, 2, \dots, n$ – кількість учнів в i -ому пункті. Потрібно оптимально в цій системі розмістити школу.

Вивчення властивостей. Спершу треба визначити, що означає оптимальне розміщення. Припустимо, що існує всього два населених пункти: селище, де живе 1000 учнів, та віддалений хутір, де живе 2 учні. Очевидно, зсувати школу у бік хутора було б неправильно, потрібно мінімізувати суму учне-кілометрів.

Далі формулюється і доводиться твердження, що школу потрібно розміщувати в населеному пункті.

Для формальнішого розв'язування цієї задачі використаємо теорію графів (реалізація міжпредметних внутрішньоциклових зв'язків): населені пункти вважатимуться вершинами графу, ребра – дорогами, що з'єднують міста. Школу потрібно розміщувати у вершині графа. Це означає, що потрібно вибрати місце для школи не з нескінченної кількості точок, а з точок, що робить повний перебір легкодійсним з використанням певної

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ У МАТЕМАТИЧНІЙ ІНФОРМАТИЦІ

мови програмування або СКМ. Для простоти розглянемо випадок, коли .

Граф системи продемонстровано на рис.1 .

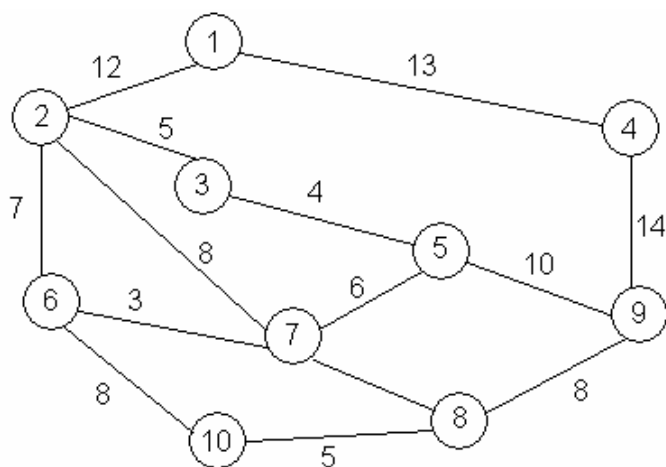


Рис. 1

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 12 & 17 & 13 & 21 & 19 & 20 & 29 & 27 & 27 \\ 12 & 0 & 5 & 25 & 9 & 7 & 8 & 17 & 19 & 15 \\ 17 & 5 & 0 & 28 & 4 & 12 & 10 & 19 & 14 & 20 \\ 13 & 25 & 28 & 0 & 24 & 32 & 30 & 22 & 14 & 27 \\ 21 & 9 & 4 & 24 & 0 & 9 & 6 & 15 & 10 & 17 \\ 19 & 7 & 12 & 32 & 9 & 0 & 3 & 12 & 19 & 8 \\ 20 & 8 & 10 & 30 & 6 & 3 & 0 & 9 & 16 & 11 \\ 29 & 17 & 19 & 22 & 15 & 12 & 9 & 0 & 8 & 5 \\ 27 & 19 & 14 & 14 & 10 & 19 & 16 & 8 & 0 & 13 \\ 27 & 15 & 20 & 27 & 17 & 8 & 11 & 5 & 13 & 0 \end{pmatrix}$$

У середині кола, що зображає вершину, стоїть номер населеного пункту. Кількість учнів у вершинах $i=1, \dots, 10$ задано відповідно числами $p = \{80, 40, 65, 100, 74, 90, 56, 34, 120, 23\}$. Ребра позначені цифрами, що характеризують відстані між відповідними населеними пунктами.

Насамперед знайдемо найкоротші ланцюжки з кожної вершини в кожну іншу вершину, наприклад за допомогою алгоритму Дейкстри [5]. Отримаємо результат, записаний у матриці D . Нехай d_{ij} позначає мінімальний шлях між вершинами i та j .

Якщо поставити школу у вершині i , то загаль-

на кількість учне-кілометрів дорівнюватиме сумі добутків i -го рядка матриці на відповідні числа масиву p (скалярному добутку i -го рядка матриці на вектор p). Перебравши всі вершини, знайдемо мінімум. У цій вершині мінімуму і потрібно розмістити школу.

Тепер, коли, по суті, все зрозуміло, задачу можна поставити формально. Задано граф G з n вершинами, яким відповідає вага $p_1, p_2, \dots, p_n$. Знайти точку u на мережі (у вершині) таку, щоб

$$f = \sum_{i=1}^n d_{iu} p_i \rightarrow \min .$$

Вершина, що мінімізує вище наведений вираз, знаходиться перебором.

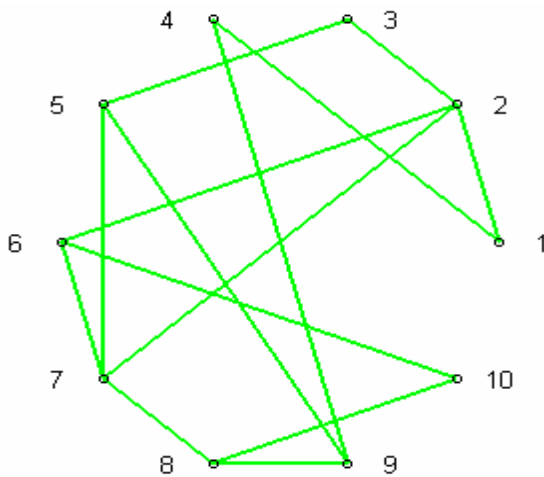
При розв'язуванні задач за допомогою моделювання студенти зіштовхуються з проблемою недостатніх математичних знань, вмінь та навичок, наслідком чого є неефективність використання математич-

ного апарату, зокрема при побудові та дослідженні різноманітних моделей. Наприклад, у вищенаведеній задачі студент може не вміти використати (або не знати) алгоритм Дейкстри [5] для знаходження найкоротших ланцюжків з кожної вершини в кожну вершину. У такому випадку він може використати СКМ (наприклад, Maple) для знаходження матриці найкоротших шляхів. Система Maple містить пакет **networks**, команди якого призначені для розв'язування задач з теорії графів. Граф представляється за допомогою процедури GRAPH, тіло якої, як правило, не виводиться. Для роботи з графами зручно використовувати будь-яку з 75-ти функцій, що міститься у пакеті **networks**. Створимо граф, задамо вершини графу, з'єднаємо відповідні вершини, задамо ваги ребер (відстані між населеними пунктами) засобами пакету **networks** системи Maple:

```
> n:=10:
with(networks):#звернення до команд пакету networks
new(G):#створення нового графу
addvertex({1,2,3,4,5,6,7,8,9,10},G):#зادання вершин графу
addedge([ {1,2}, {1,4}, {2,6}, {2,7}, {2,3},
{3,5}, {4,9}, {5,7}, {5,9}, {6,7}, {6,10},
{7,8}, {8,9}, {8,10} ],#з'єднуємо вершини ребрами
weights=[12,13,7,8,5,4,14,6,10,3,8,9,8,5],G):#задання ваг ребер
draw(G):#побудова графу
```

Складемо програму, за якою реалізується повний перебір всіх можливих варіантів і вибирається той, який задовольняє умові задачі.

Звідси видно, що школу потрібно розташовувати у населеному пункті з номером 5.



```
> p:=[80,40,65,100,74,90,56,34,120,23]:#задання кількості учнів у
#кожному з населених пункті
mn:=10000:
for i from 1 to n do
  g1:=shortpathstree(G,i):
  a:=vweight(g1):
  s:=0:
  for j from 1 to n do
    s:=s+a[j]*p[j]: od:
  if s<mn then mn:=s:k:=i: fi:
od:k:
```

5

Студент, використавши СКМ, розв'язує поставлену перед ним задачу, і таким чином, у нього не виникає психологічного бар'єру у застосуванні математичного апарату, він усвідомлює, який матеріал треба повторити (або вивчити).

Окрім вищенаведеної задачі, студентам можна запропонувати інший варіант задачі розміщення – про розміщення автомобілів [6]. Замість розв'язування аналітичним шляхом студентам пропонується використати моделювання, тобто створити модель процесу розміщення автомобілів і обчислити кількість розташованих автомобілів. На прикладі даної задачі складається уявлення про один метод розв'язування задач широкого класу, які не можуть бути розв'язані аналітично. Крім того, у студентів вимагається програмна реалізація запропонованих алгоритмів та проведення формального і змістовного аналізів.

Висновки. Розв'язування задач прикладного характеру (наприклад, задач на розміщення) з використанням систем комп'ютерної математики, дозволяє надати знанням і вмінням студентів практично значущого характеру, реалізувати міжпредметні зв'язки курсу математичної інформатики та інших навчальних дисциплін природничого напрямку і закладає основу для розвитку по-

треби використовувати комп'ютер у потрібні моменти діяльності.

СКМ треба розглядати як потужний інструмент комп'ютерної підтримки діяльності педагогів, учнів, студентів, інженерів, науковців, ефективність і методична цінність якого цілком залежить від вміння застосовувати його.

Не можна розв'язування задач повністю перекласти на комп'ютер і обмежитись тільки аналізом отриманих результатів; використання комп'ютера може допомогти у побудові графіків функцій, виконанні громіздких обчислень і перетворень; комп'ютер – це один із засобів, за допомогою якого може бути знайдений шлях до розв'язання, його використання не позбавляє від необхідності володіння певними знаннями стосовно методів розв'язування задач та

уміннями їх застосовувати. Для ефективного застосування СКМ необхідні:

- знання математичної термінології;
- знання методів і засобів розв'язування задач;
- вміння пра-

вильно сформулювати задачу, яку повинен виконати комп'ютер;

- здатність передбачити результат;
- вміння контролювати правильність розв'язування задачі на проміжних етапах;
- вміння аналізувати і досліджувати отриманий результат.

При використанні СКМ необхідно пам'ятати, що сучасний рівень їхнього розвитку не виключає появи навіть грубих помилок при виконанні символічних перетворень. У таких випадках певні перетворення необхідно виконувати вручну. Але це можливо, якщо користувач має достатні знання з математики і знає особливості роботи з конкретними системами комп'ютерної математики.

1. Аладьев В.З. Системы компьютерной алгебры: Maple: Искусство программирования / Аладьев Виктор Захарович. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2006. – 792 с. : ил. – ISBN 5-93208-189-9.

2. Голубева Л.Л. Компьютерная математика. Числовой пакет MATLAB: курс лекций / Голубева Л.Л., Малевич А.Э., Щеглова Н.Л. – Минск: БГУ, 2007.

3. Грешилов А.А. Как принять наилучшее

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ БАНКІВСЬКИМИ РИЗИКАМИ

решение в реальных условиях / Анатолий Антонович Грешилов. – М.: Радио и связь, 1991. – 320 с.

4. Гурский Д. Вычисления в MATHCAD 12 / Д. Гурский, Е. Турбина. – С-Пб: Питер, 2006. – 544 с.

5. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник [для студ. вищих навч. закл., що навч. за напрямками “Прикладна математика” та “Комп’ютерні науки”. – 4. вид., перероб. і доп.] / Юрій Петрович Зайченко. – К.: ЗАТ “ВІПОЛ”, 2000. – 687 с.

6. Зелковиц М. Принципы разработки программного обеспечения / Зелковиц М., Шоу А., Гэннон Дж.; пер. с англ. под ред. С.Д. Пашкева. – М.: Мир, 1982. – 368 с.

7. Самарский А. А. Введение в численные методы: учеб. пособие [для вузов / Московский гос. ун-т им. М.В.Ломоносова. – 3-е изд., стер.] / Александр Андреевич Самарский. – СПб.: Лань, 2005. – 288 с.

8. Скурихин В.И. Математическое моделирование / Скурихин В.И., Шифрин В.Б., Дубровский В.В. – М.: Техника, 1983. – 270 с.

9. Триус Ю.В. Комп’ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики дисциплін: [монографія] / Юрій Васильович Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.

10. Шмидский Я.К. Mathematica 5: [самоучитель] / Яков Константинович Шмидский. – М.; СПб.; К.: Диалектика, 2004. – 580 с.

Валентина Страхарчук, кандидат економічних наук, доцент
кафедри економічної кібернетики
Анатолій Страхарчук, кандидат економічних наук, професор
кафедри комп’ютерних технологій
Львівського інституту банківської справи
Університету банківської справи
Національного банку України
м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ БАНКІВСЬКИМИ РИЗИКАМИ

Запропоновано математичну модель визначення величини ризику з урахуванням факторного навантаження. Розроблено імітаційну модель ризикової ситуації на прикладі банківського кредитного ризику, що змальовує реальну банківську ситуацію напруженості на ризик і надає можливість впливати на її величину. Теоретичні викладення супроводжуються розробкою одного з варіантів комп’ютерної підтримки кількісної оцінки кредитного ризику на базі сучасних програмно-технічних засобів та механізму його практичного застосування.

Постановка проблеми. Банківська діяльність сьогодні супроводжується численними ризиками. Розвиток банківської системи, розширення спектру та зростання масштабів фінансово-кредитних операцій, зародження та швидкий розвиток грошового, фондового, валютного ринків, багатовекторний набір фінансових інструментів, швидкість здійснення трансакцій, погіршення загальноекономічної ситуації докорінно змінили функціонування банківської системи. Найхарактернішою її рисою стала невизначеність, неоднозначність ситуацій, які вимагають прийняття рішень щодо допустимого рівня ризику та захисту від нього.

Водночас банки за своїм призначенням мають

бути одним із найбільш надійних інститутів суспільства, основою стабільності та економічної безпеки держави. Оскільки банкіри працюють здебільшого з “чужими” грошима, то повинні намагатися знизити ризикованість своєї діяльності ретельніше, ніж інші підприємці. Отже, в умовах становлення ринкових відносин, нестійкого правового і економічного середовища, недостатньої підтримки з боку держави банки практично самостійно повинні не тільки зберігати, але й сприяти зростанню коштів своїх клієнтів. За таких умов першочергового значення в щоденній діяльності банків набуває професійний рівень управління ризиками як один з важливих напрямів управління банком, правильне формування політики стосов-