

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський державний університет імені Петра Могили



**Всеукраїнська науково-методична конференція
«МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2015:
ДОСВІД ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА
В УКРАЇНІ: ГЛОБАЛЬНИЙ, НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТА РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТИ»,**

*присвячена 20-й річниці заснування
Чорноморського державного університету
імені Петра Могили*

Збірник тез

Том 1

**У рамках тижня науки
12–20 листопада 2015 р.**

Миколаїв – 2015

Всеукраїнська науково-методична конференція
«Могилянські читання – 2015: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти» : [збірник тез]. – Том 1. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. – 124 с.

У збірнику тез містяться матеріали доповідей учасників Всеукраїнської науково-методичної конференції «Могилянські читання – 2015: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти».

Науці належить вирішальна роль у піднесенні та розбудові держави. Цілеспрямована діяльність тисяч науковців і дослідників України забезпечує створення визнаних у світі наукових шкіл, високотехнологічних розробок та сучасної системи підготовки кадрів.

У Чорноморському державному університеті імені Петра Могили 12–20 листопада 2015 року проходитиме 18-та щорічна Всеукраїнська науково-практична конференція **«Могилянські читання – 2015: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти»**, яку традиційно присвячено **Всесвітньому дню науки й Міжнародному дню студента**.

Приємно також відзначити, що в січні 2016 року Чорноморський державний університет імені Петра Могили відзначає двадцятиріччя з дня заснування. Напередодні ювілею університету науковці широко оприлюднюють результати розвитку наукової думки в першому на Миколаївщині україномовному університеті. Більшість учасників конференції «Могилянські читання – 2015» є викладачами, аспірантами, магістрантами Чорноморського державного університету імені Петра Могили. У назвах секцій та підсекцій конференції широко представлено тематики досліджень: проблеми суспільних наук, розвиток природничих наук, теорія та практика екології.

Шановні науковці, щиро бажаємо Вам міцного здоров'я, щастя, творчої наснаги та непересічних успіхів у науковій діяльності в ім'я процвітання Чорноморського державного університету імені Петра Могили та задля добробуту українського народу, міста Миколаїв і всієї України.

*Ректорат університету
Організаційний комітет конференції*

СЕКЦІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ПІДСЕКЦІЯ: Медичні прилади та системи

УДК 537.311.33+621.315.592

Чуйко Г. П., Дворник О. В.

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ ДЛЯ ПОТОКУ КРОВІ В АОРТІ ЛЮДИНИ

У межах запропонованої моделі виконано розрахунки тиску та швидкості потоку крові в аорті людини під час діастоли серцевого циклу. Модель демонструє наближення одновимірного потоку для ефекту гідравлічного удару крові, який описує стрибки тиску в кровоносних судинах за різних змін швидкості потоку. Виникнення гідравлічного удару крові можливе під час закриття клапанів аорти, із чого починається діастола.

Аорта людини розглядалася як простий циліндричний канал з еластичними стінками. Клапани аорти та біфуркація зосереджені на протилежних кінцях. Установлено, що нормальне закриття клапанів аорти спричиняє різкі піки тиску під час першої третини діастоли з незначними флуктуаціями в пізнішій частині діастоли. Подібна поведінка параметрів є типовою для ефекту повного гідравлічного удару в потоці крові. Аномальна пролонгація закриття клапанів спричиняє неповний гідравлічний удар потоку крові. Більш інтенсивні флуктуації швидкості потоку характерні впродовж усієї діастоли. Така патологія також спричинює втрату різкого піку в кров'яному тиску в ранішній фазі діастоли.

Система двох часткових диференціальних рівнянь описує цей ефект у межах одновимірного наближення та оперує такими параметрами: $v(x,t)$, $p(x,t)$ – одновимірні поля швидкості течії та тиску відповідно, K – ефективний модуль пружності системи «рідина + канал», ρ – густина рідини, D – внутрішній діаметр каналу, $fr(abs(v))$ – безрозмірний фактор тертя, $abs(v(x,t))$ – абсолютне значення швидкості потоку.

Модуль Юнга стінок аорти складає приблизно $E = 4,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, внутрішній діаметр каналу приблизно $D = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, його відношення до

товщини стінок $g = \frac{D}{h} \approx 12$, середня довжина каналу дорівнює $L = 0,3 \text{ м}$. Позиція артеріальних півмісячних клапанів є нульовою точкою з координатою $x = 0$. Точка артеріальної біфуркації є протилежною до $x = L$. Ефективний модуль пружності системи $K = K_B$ залежить від пружних властивостей крові та пружних властивостей стінок каналу E , а також від геометричного фактору g .

Формула Жуковського дозволяє оцінити швидкість ударної хвилі в аорті за перевіреної умови $gK_B \gg E : c \approx 6 \text{ м/с}$.

Швидкість ударної хвилі має принаймні на порядок більше значення, ніж швидкість потоку, але дуже близька до швидкості пульсової хвилі.

Характерний час закриття аортальних клапанів τ_{vc} є нормальним в діапазоні (29–54) мс. Однак τ_{vc} іноді може перевищувати значення 110 мс за деяких патологій та як наслідок старіння. Другий характерний час, відомий як «фаза удару» – це час розповсюдження ударної хвилі вздовж каналу з відбиттям від біфуркації, який зворотним чином залежить від швидкості хвилі.

«Фаза удару» майже вдвічі більша за нормальне значення часу закриття $\tau_{vc} < \tau$, що відповідає повному гідравлічному удару, який ще називають прямим. Ударна хвиля рухається в напрямку, зворотному до течії потоку крові після закриття клапанів. Можна розглядати нерівність $\tau_{vc} < \tau$ відповідною до медичної норми щодо дії клапанів аорти.

Захворювання та старіння кровоносних судин призводять до збільшення часу закриття клапанів, а також зменшують «фазу удару» завдяки збільшенню швидкості ударної хвилі. Це викликає порушення або навіть інверсію нерівності $\tau_{vc} < \tau$. Гідравлічний удар перетворюється на неповний, що суттєво збільшує протікання потоку через клапани. Такий стан клапанів аорти вочевидь є патологією.

Фактор тертя в системі «кров + аорта» залежить не тільки від швидкості, а також від режиму потоку, який визначається числами Рейнольдса:

- $Re_1 = 2400$ відповідає швидкості потоку приблизно $0,33 \text{ м/с}$, за яких виникає початкова турбулентність;
- $Re_2 = 4500$ відповідає швидкості потоку приблизно $0,62 \text{ м/с}$ та розвиненій турбулентності.

Ці два параметри регулюють турбулентність у потоці крові. Обидві критичні швидкості порівняльні з типовими значеннями стаціонарних швидкостей потоку крові в аорті після закриття клапанів: (0,2–0,5) м/с.

Початкові умови:

$$\left. \begin{aligned} v(x,0) &= -v_s \\ p(x,0) &= p_d + \frac{x \cdot \Delta p}{L} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де $p_d \approx 1,06 \cdot 10^4 \text{ Па} \approx 80 \text{ мм рт.ст.}$ – усереднений діастолічний тиск; $\Delta p \approx 1 \text{ мм рт.ст.}$ – незначний перепад тиску на кінцях каналу, що забезпечує стабільність швидкості потоку до клапанів.

Граничні умови:

$$\left. \begin{aligned} v(0,t) &= v_s \cdot \tanh\left(\frac{t - \tau}{\tau_{vc}}\right) \\ p(L,t) &= p_d + \Delta p \end{aligned} \right\}. \quad (2)$$

Зміна швидкості потоку з $-v_s$ до v_s має сігмоїдальну форму з нульовою точкою в $t = \tau$, що узгоджується з результатами вимірювань для швидкості потоку крові в черевній аорті методом магнітного резонансу. Обидва кінці каналу розглядалися як закриті.

Числові розрахунки виконано з кроком часу 0,01 с та просторовим кроком 0,01 м, які відповідають приблизно 1/60 тривалості діастолі та 1/30 довжини каналу відповідно. Для перевірки моделі було обрано такі значення характеристичних параметрів: $\tau_{vc} = 45 \text{ мс}$, $\tau = 100 \text{ мс}$ і $v_s = 0,2 \text{ м/с}$ як нормальні умови, які задовольняють нерівності $\tau_{vc} < \tau$.

Повний гідравлічний удар крові демонструє відносно чіткий пік тиску в початковій третині діастолі і є особливо високим для сегментів аорти прилеглих до клапанів. Імовірно, цей пік відповідає одній із компонент пульсової хвилі. Подальші коливання тиску крові мають суттєво менші амплітуди й охоплюють пізнішу частину діастолі.

Неповний гідравлічний удар крові виникає внаслідок порушення умови $\tau_{vc} < \tau$, що викликає втрату різкого піку тиску на ранній стадії діастолі. Усі коливання тиску мають тепер близькі амплітуди. Значно більшими стають флуктуації швидкості потоку, які спостерігаються впродовж всієї діастолі.

Фур'є спектр флуктуацій тиску є досить стабільним і демонструє стабільну структуру в діапазоні (16–75) Гц. Лише амплітуди піків, але не їхні локалізації, можуть змінюватись із параметрами та умовами моделювання включно навіть з основною умовою $\tau_{vc} < \tau$. Діапазон

частот (16–75) Гц тільки частково перекривається з діапазоном від 50 до 250 Hz, який зареєстровано для другого тону серця, зумовленого клапанами аорти.

УДК 004.624

Чуйко Г. П., Шиян І. О.

ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕРФЕЙСУ НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО WEB-РЕСУРСУ PHYSIONET ТА ІМПОРТ ДАНИХ У СИСТЕМУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ MAPLE 17

З 1999 року науково-дослідний ресурс PhysioNet (<http://physionet.org/>) надає безкоштовний доступ через Інтернет до великої колекції записаних медико-фізіологічних сигналів і відповідного програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом. Ресурс спрямований на те, щоб прискорити сучасні дослідження та стимулювати прогрес у вивченні складних біомедичних сигналів з інтегрованим підходом.

Метою дослідження є демонстрація особливостей роботи з науково-дослідним ресурсом складних медико-фізіологічних сигналів PhysioNet; а також проблема конвертації одновимірних сигналів із бінарних файлів ресурсу в текстовий формат із подальшим імпортом у систему комп'ютерної математики Maple 17.

Інтернет-портал PhysioNet містить близько 4 терабайтів даних. Портал розділений на чотири секції: 1) PhysioBank (архів складних біомедичних сигналів); 2) PhysioToolkit (бібліотека програмного забезпечення для обробки й аналізу сигналів); 3) PhysioNet Library (навчальні матеріали, довідники, статті, посилання на підручники, які можуть бути корисними для відвідувачів PhysioNet); 4) PhysioNet Works (віртуальна лабораторія, де є можливість працювати над певним дослідженням разом з іншими колегами з будь-якої точки світу).

PhysioBank включає понад 60 колекцій біомедичних сигналів, отриманих як від здорових людей, так і від пацієнтів із різними діагнозами. Сигнали були записані в різних умовах, зокрема у випадках раптової смерті, хронічної серцевої недостатності, епілепсії або протягом старіння.

У більшості випадків стандартний запис складається щонайменше з трьох файлів, які мають однакове ім'я і відрізняються лише за своїми розширеннями, що вказують на їхній зміст:

- власне сам сигнал: двійковий (бінарний) файл із розширенням .dat;

- примітки, які описують параметри сигналу, інколи відомості про пацієнта: це файли з розширенням .hea (заголовок);
- анотації, що описують поведінку сигналу в певний момент у межах запису: ці файли найчастіше мають розширення .atr.

PhysioBank ATM (Automated Teller Machine) – це програмний засіб, який дозволяє досліджувати сигнали PhysioNet за допомогою веб-браузера. Цей інструмент може відображати анотовані сигнали, конвертувати їх у текст або в такі формати, як CSV, EDF або файли з розширенням .mat (зручні для використання в MatLab або Octave), будувати графіки сигналів і багато іншого. PhysioBank ATM дозволяє отримати лише до 100 тисяч відліків оцифрованого сигналу в текстовому форматі.

Для проекту, який потребує обробки більших обсягів даних, слід використовувати програмні пакети PhysioToolkit. Після їхньої інсталяції на персональний комп'ютер стають доступними багато інструментів для обробки сигналів PhysioNet. Проте використання PhysioToolkit вимагає певних навичок роботи з операційною системою Unix. Програмні засоби не мають інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу й вимагають знань спеціальних команд для свого використання.

Тому є сенс конвертувати потрібні досліднику сигнали в зручну для нього систему комп'ютерної математики (СКМ). PhysioNet надає можливість конвертувати свої дані лише у формати для СКМ MatLab та Octave. Утім, таких зручностей не передбачено для дослідників, які звикли працювати з іншими популярними та зручними СКМ, як, наприклад, Mathematica, Mathcad, Maple, Sage та іншими.

Конвертація цифрових сигналів із бінарного в текстовий формат перш за все дає можливість прочитати отримані дані, використовуючи табличний редактор Microsoft Excel. Цей редактор не прийнято використовувати в ролі наукового інструмента для обробки сигналів, їх візуалізації або аналізу. Утім, файл із розширенням .xls досить легко імпортується в будь-яку систему комп'ютерної математики, зокрема в Maple, останні версії якого мають спеціальний пакет інтеграції.

Процедуру імпорту можна здійснити двома способами.

1. За допомогою програмного пакета ExcelTools. Проте необхідно пам'ятати, що в цьому разі є потреба зберігати вихідний Excel-файл із даними й не змінювати його місце розташування на комп'ютері, оскільки Maple буде щоразу звертатися до нього задля імпорту даних під час кожного запуску робочого документа.

2. Із застосуванням компоненти Data Table, який записує дані безпосередньо в робочий документ. Зрозуміло, що розмір документа Maple в такому разі помітно збільшиться. Утім, у такому випадку вихідний Excel-файл із даними можна не зберігати на комп'ютері: він інтегрується в документ.

Отже, вибір кращого способу для імпорту даних залежить від задач, над якими працює дослідник, особистих уподобань і розміру імпортованого запису.

Висновки. Основна мета науково-дослідного ресурсу PhysioNet – як об'єднати зусилля дослідників, які займаються проблемами запису та обробки медико-фізіологічних даних, розробкою потрібного програмного забезпечення, так і сприяти прогресу у вивченні складних біомедичних сигналів. Крім того, ресурс призначений для того, щоб уникнути надмірності досліджень і працювати лише над новими невирішеними задачами. Команда вчених PhysioNet пропонує для роботи з банком даних спеціально розроблене програмне забезпечення, яке має інтернет-доступ до матеріалів ресурсу. Однак є також можливість конвертації записів у текстовий формат, що дозволяє імпортувати дані в зручне для дослідника програмне середовище.

УДК 004.942.(1–2)(477.73)

Чуйко Г. П., Козуб С. В.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ТУРНЕ В МЕЖАХ РАЙЦЕНТРІВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Задача про комівояжера – traveling salesman problem (TSP, 3K) – є NP-складною задачею дискретної оптимізації. Для неї не знайдено, і можливо, не існує швидких поліноміальних алгоритмів. Пошук точних і наближених розв'язків задачі комівояжера залишається актуальним і з теоретичної, і з практичної точок зору.

Задача комівояжера є спрощеною моделлю для багатьох інших задач дискретної оптимізації, а також часто є підзадачею, наприклад у задачі про маршрутизацію. Серед застосувань 3K, що зустрічаються в літературі, можна відзначити: оптимізацію в мережах; оптимізацію маршрутів; програми в кристалографії; управління роботами; обробку друкованих плат; дослідження ДНК. «Містами» в різних задачах можуть виступати як фізичні об'єкти, так і процеси та інші сутності.

Завдання комівояжера (TSPproblem) є дуже цікавим завданням мінімізації, у якій комівояжер бажає відвідати N міст. Він повинен відвідати кожне місто лише один раз і повернутися в те місто, з якого він почав подорож, намагаючись мінімізувати загальну пройдену відстань. Для симетричної задачі, де відстань із міста A в місто B є такою ж, як від B до A , кількість можливих шляхів задається виразом: $\frac{(N-1)!}{2}$.

Пошук кращого туру займає багато часу. Чому? Тому що, якщо припустити, що ваш комп'ютер може оцінити довжину мільярда турів за секунду, розрахунки триватимуть 40 років у разі 20 міст і сягатимуть до 800 років, якщо ви вирішили додати ще одне місто в тур. Ці цифри дають зміст виразу «комбінаторного вибуху». Відтак, було вирішено, що можна було б спробувати обміняти точність на швидкість. Зупинимось на оптимальному рішенні (у хорошому турі не обов'язковий один глобальний мінімум), якщо ми можемо знайти його швидко. Алгоритмів, що пропонують цей компроміс, предостатньо, і всі вони дуже цікаві. Наприклад, робота, автором якої є Бруно Гуерієрі, є гарним прикладом використання цікавих алгоритмів. Отже, розглянемо найпростіші алгоритми (найближчий сусід та Лін-Кернінга) і подивимось, який з алгоритмів є найкращим.

Знайдемо оптимальний тур у межах Миколаївської області, кількість міст, які потрібно відвідати – 18 (усі районні центри Миколаївської області). Координати x та y задані схематично приблизно так, як розташовані райцентри Миколаївської області, вони потрібні для візуалізації турів, задана *Distance_Matrix*, яка містить усі можливі відстані. Обираємо початковий випадковий тур. У випадку «найближчого сусіда» це дійсно не потрібно, тому що все, що ми повинні зробити, це обрати початкове місто, а потім застосувати алгоритм найближчого сусіда. Однак ми повинні обрати випадковий тур у разі використання алгоритму Лін-Кернінга.

Програмний код, який було взято за основу, було оптимізовано для вирішення конкретної задачі, матрицю відстаней було знайдено в ході аналізу відстаней між містами райцентрів Миколаївської області, які було знайдено за допомогою Google Maps.

УДК 615.47:[613.164:621.3.037]

Чуйко Г. П., Наградський М. М.

ПРИНЦИПИ ФІЛЬТРАЦІЇ ТА ЗНЕСУМЛЕННЯ 1D-МЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ У ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ

Зменшення рівня шумів – процес усунення шумів із корисного сигналу є способом підвищення його суб'єктивної якості. Методи шумозаглушення концептуально дуже схожі незалежно від природи сигналу, проте попереднє знання характеристик сигналу може значно вплинути на реалізацію цих методів. Тут є певна залежність від типу сигналу. Системи знесумлення (СШП) – це системи обробки сигналу, призна-

чені для збільшення відношення сигнал/шум (SNR) за рахунок усунення надмірності, або зниження розрядності, або роздільної здатності сигналу. Також для позначення СШП часто застосовується термін «шумознижувач». Системи зниження рівня шумів широко використовуються як для обробки одновимірних (1D) аудіосигналів, так і для відеосигналів (2D). Більшість СШП можна поділити на два такі типи:

1. Фільтри. СШП обробляє сигнал під час прийому (відтворення) або запису (передачі), намагаючись очистити корисний сигнал від шуму. Більшість систем обробки фотозображень належить до цього типу.

2. Системи, що модифікують сигнал для передачі шумними каналами. До них належать і аудіокомпандерні системи шумозниження.

У радіотехнічних та радіоелектронних системах рівень корисних сигналів доволі часто є порівняльним із рівнем власних шумів джерела сигналу, що створює істотні труднощі під час обробки цих сигналів [1]. Проблема виділення слабких сигналів з адитивної суміші сигналу й шуму характерна для багатьох інформаційно-вимірювальних систем, зокрема й медичних. Для виявлення відносно слабких сигналів на фоні сильних шумів була розвинена значна кількість методів. Найбільше поширення отримали методи оптимальної фільтрації з використанням того чи іншого критерію оптимальності. Найчастіше використовують критерії максимального відношення сигнал/шум, мінімуму середнього квадрата помилки й максимуму апостеріорної ймовірності (так званої правдоподібності). Оптимальні фільтри дуже повно висвітлено в літературі й добре вивчено, тому немає сенсу описувати їхні характеристики й недоліки. Варто лише зазначити, що вираз у відношенні сигнал/шум за використання оптимальної фільтрації для цілей виявлення дорівнює базі сигналу:

$$M = T_c - \Delta f, \quad (1)$$

де T_c – тривалість сигналу, Δf – смуга частот, у якій він передається.

Протягом тривалого часу до частотних фільтрів висувалася така вимога: більш рівномірне пропускання спектру сигналу та, можливо, більш повного придушення частот поза цим спектром. Тому ідеальною вважалася П-подібна АЧХ фільтра. Пізніше стало очевидно, що така вимога має певні недоліки:

- 1) не враховувалася форма сигналу (вона може бути різною за однієї й тієї ж ширини спектру сигналу);
- 2) не враховуються статистичні властивості завад.

Залежно від розв'язуваної задачі – виявлення сигналу, вимірювання його параметрів або розширення сигналу – критерії оптимальності можуть бути різні. Для задачі виявлення сигналів на фоні сильних

шумів найбільше поширення отримав критерій максимуму відношення сигнал/шум на виході фільтра.

Погоджений фільтр – це лінійний фільтр, на виході якого є максимально можливе відношення сигнал/шум під час прийому сигналу відомої форми на тлі білого шуму.

Оптимальний фільтр – стаціонарна лінійна частотно-виборча система, що виконує обробку адитивної суміші сигналу й шуму найкращим чином, тобто $(\text{сигнал/шум}) = \max$.

Викладені вище принципи ілюструються прикладом знешумлення реального дискретизованого сигналу програмними методами системи комп'ютерної математики Maple за допомогою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ).

УДК 530.145.61

Чуйко Г. П., Сокол І. М.

ГЕНЕРАЦІЯ ТА ВЗАЄМОДІЯ КДВ СОЛІТОНІВ

Відокремлені хвилі, зазвичай звані солітонами, слугують об'єктом інтенсивних теоретичних та експериментальних досліджень у багатьох галузях науки. Солітони експериментально спостерігаються в низці фізичних систем:

- на поверхнях рідин солітони утворюються у вигляді локалізованих горбів, що розповсюджуються на великій відстані;
- іонозвукові та магнітозвукові солітони в плазмі;
- гравітаційні солітони в шаруватій рідині;
- солітони у вигляді коротких світлових імпульсів в активному середовищі лазера;
- солітони можуть утворюватися в довгих контактах Джозефсона або в масивах точкових контактів Джозефсона. Вони мають фізичний зміст кванта магнітного потоку й називаються джозефсонівськими вихорами або флюксонами. Солітони в джозефсонівських контактах описуються рівнянням синус-Гордона;
- у магнетиках можуть утворюватися солітони різного типу, зокрема доменні стінки мають властивості солітонів;
- в оптичних хвилюваннях, у яких наявна нелінійна залежність показника заломлення від електричного поля (завдяки так званому ефекту Керра), утворюються оптичні солітони та ін.

Однією з найпростіших і найвідоміших моделей, що припускають існування солітонів у розв'язку, є рівняння Кортевега – де Вріза:

$$u_t + uu_x + \beta u_{xxx} = 0.$$

Одним із можливих рішень цього рівняння є усамітнена хвиля, названа солітоном:

$$u(x,t) = A \cosh^{-2} \left(\frac{x - A \frac{t}{3}}{L} \right), L = \sqrt{12 \frac{\beta}{A}},$$

де A – амплітуда солітона, L – ефективна ширина його основи. Такий солітон рухається зі швидкістю $D = \frac{A}{3}$.

Запис нелінійного диференційного рівняння Кортевега – де Вріза в такому вигляді:

$$KdV := \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + u(x, t) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) + \delta^2 \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right) = 0,$$

де $u(x, t)$ – це хвильова функція в нелінійному середовищі з дисперсією.

Початкові умови функцій збурення були записані в такому вигляді:

1. $ic := \{u(x, 0) = \cos(\pi x)\}$;
2. $ic_1 := \left\{ u(x, 0) = e^{-9 \left(x - \frac{1}{2}\right)^2} \right\}$;
3. $ic_2 := \left\{ u(x, 0) = \begin{cases} 1.5 & x < 1 \text{ and } 0 < x \\ 0 & otherwise \end{cases} \right\}$;
4. $ic_3 := \left\{ u(x, 0) = \operatorname{sech}\left(\frac{1}{2} x^2\right) \right\}$.

Дослідження показали, що неважливо, якою функцією описується солітонне рівняння, кінцеві результати моделювання кожної з функцій дуже схожі між собою.

УДК 612.76:611.13

Чуйко Г. П., Ковальчук А. Ю.

МОДЕЛЬ ГІДРАВЛІЧНОГО УДАРУ ПІД ЧАС ЗАКРИТТЯ АОРТАЛЬНИХ КЛАПАНІВ

Одним із напрямів досліджень сучасної біомеханіки є біомеханіка кровообігу крові (гемодинаміка).

Гемодинаміка – це галузь біомеханіки, у якій досліджується тиск крові в судинній системі. Фізичною основою гемодинаміки є гідроди-

наміка. Течія крові в судинах залежить як від властивостей крові, так і від властивостей кровоносних судин.

До системи кругообігу крові належать: серце, яке виконує функцію насоса, і периферичні кровоносні судини – артерії, вени, капіляри. Кров, що викидається серцем, розноситься до тканин через артерії, артеріоли (дрібні артерії) і капіляри, а потім повертається до серця через дрібні (венули) і великі вени.

Аортальний клапан знаходиться на межі лівого шлуночка серця й аорти – найбільшої артерії тіла. Його основне завдання – не допустити повернення до шлуночка крові, яка під час його скорочення пішла в аорту.

Аортальний клапан складається з таких елементів:

- 1) фіброзне кільце – основа клапана. Кільце зі сполучної тканини, яке розділяє лівий шлуночок та аорту;
- 2) три півмісяцеві стулки – «кишені», які щільно змикаються, перекриваючи просвіт в аорту;
- 3) синуси Вальсальви – пазухи аорти, які знаходяться за півмісяцевими стулками клапана.

Просвіт аортального клапана значно вужчий, ніж мітрального. Тому щоразу під час скорочення шлуночка він відчуває велике навантаження й поступово зношується. Це призводить до появи набутих вад артеріального клапана.

Коли клапан на кінці аорти закривається несподівано, стрибок тиску потрапляє в клапан, і проходить вздовж аорти. Це явище відоме як гідроудар, описується воно таким рівнянням:

$$\frac{\partial}{\partial t} V(x, t) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x} P(x, t) + \frac{\text{friction}(|V(x, t)|) V(x, t) |V(x, t)|}{2 Dia} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x} V(x, t) + \frac{1}{Ks} \frac{\partial}{\partial t} P(x, t) = 0$$

де $V(x, t)$ і $P(x, t)$ є швидкість і тиск у положенні x і часу t , ρ – коефіцієнт тертя за заданою швидкості, ρ – щільність рідини. Dia – діаметр труби, Ks – ефективний об'ємний модуль системи.

Явище гідравлічного удару інтенсивно досліджується і моделюється в гідравліці трубопроводів доволі давно. Сучасна гемодинаміка потребує адекватних математичних моделей, експериментальних робіт та обґрунтованих рекомендацій для діагностів серцево-судинних захворювань, пов'язаних із цим явищем.

УДК 339.5:615.2(477+4ЄС)

Чуйко Г. П., Міщень П. І.

МОДЕЛЬ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ МЕДИЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ МІЖ УКРАЇНОЮ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ

Моделі міжнародної торгівлі є окремим видом економіко-математичних моделей, які призначені для опису зовнішньої торговельної діяльності окремої країни або групи країн. Ці моделі можуть використовуватись як для аналізу механізмів зовнішньої торгівлі (в теоретичному та прикладному аспектах), так і для прогнозування відповідних торгових потоків.

Зовнішня інтеграція України у світовий економічний простір відіграє важливу роль у розвитку вітчизняної економіки, що, у свою чергу, прямо впливає стан медичної системи. Україна зацікавлена в сприятливому середовищі, яке спрощувало б доступ до зовнішніх ринків і забезпечувало стабільні торговельні потоки на основі постійного підвищення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва медичних препаратів. Членство в СОТ зробило певний внесок у досягнення цієї мети, забезпечивши вищий рівень стабільності та прозорості торговельної політики в Україні та в країнах-партнерах і можливості використовувати інструменти світового торгового клубу для вирішення суперечок. Поза тим поглиблення регіональної інтеграції в різних напрямках може створювати додаткові можливості для лібералізації торгівлі, а отже, економічного розвитку фармакологічної промисловості. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом є новим форматом відносин, спрямованим на створення поглибленої та всеосяжної зони вільної торгівлі (ЗВТ) Україна – ЄС і поступову інтеграцію України до внутрішнього ринку Євросоюзу. Як суб'єкт міжнародних економічних відносин, Україна має свідомо входити до системи світогосподарських зв'язків для як найефективнішого використання всіх їхніх можливостей і підвищення рівня конкурентоспроможності вироблюваних медичних препаратів. Найбільш дієвою й ефективною стратегією інтеграції України у світову економіку є поєднання структурної перебудови економіки з її орієнтацією на активне зростання експорту й диференціацію його потенціалу. Метою роботи є дослідження значення макроекономічного моделювання міжнародної торгівлі медичними препаратами та вплив використання економічних інструментів на зовнішньоекономічну діяльність між Україною та Європейським Союзом.

УДК 681.121:629.33.063.6:04

Прищепов О. Ф.

ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАРШРУТНОГО КОМП'ЮТЕРА MULTITRONICS TC-750

Маршрутний комп'ютер Multitronics TC-750 є достатньо складним приладом, який виконує понад 300 функцій, має велику кількість протоколів, працює з інжекторними та дизельними двигунами. За відсутності протоколу має можливість теж працювати з обмеженою кількістю функцій. Привабливі такі функції, як витрати палива, діагностика роботи електронної системи управління двигуном, залишок палива, а також відстань, яку можливо проїхати на залишку палива. Крім того, дуже цікава функція, яка дозволяє підраховувати витрати палива, час поїздки, пробіг автомобіля та інші параметри за поїздку, за певний час. Комп'ютер має великий екран, кольорове зображення, непоганий дизайн, голосове звучання та попередження деяких функцій.

Однак дворічна експлуатація цього приладу виявила низку суттєвих недоліків. Головний із них – це чутливість до перегріву від сонячного випромінювання, через певний час екран не дає зображення, хоча після вимикання та вмикання запалювання комп'ютер подовжує свою роботу.

Датчик температури зовнішнього повітря не дає достовірної інформації. Розміщення його в різних місцях автомобіля, у тому числі й під переднім бампером, показує підвищені значення температури.

Напряму електричної системи автомобіля комп'ютер показує підвищену, незважаючи на введення постійних поправок.

Калібрування рівня палива в баку автомобіля за умови підключення комп'ютера до датчика рівня палива не надало результатів, хоча роботу було проведено згідно з інструкцією. Треба відмітити, що це калібрування вимагає тривалої роботи, повного запасу палива, який треба дозувати під час проведення цієї операції.

Калібрування витрати палива згідно з інструкцією також не забезпечило точності проведення операції. Тому автором було розроблено особисту методику проведення калібрування витрати палива, яка, на його думку, має меншу помилку.

Крім того, автором було проведено раціональне розміщення та кріплення приладу на панелі автомобіля, а також розміщення шлейфа в зазорі між лобовим склом та панеллю автомобіля.

У цілому, незважаючи на наявність недоліків, маршрутний комп'ютер Multitronics TC-750 є корисним приладом, який дає певну інформацію під час керування автомобілем.

УДК 372.8

Бойко А. П.

ТРИВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Вирішення завдань зі створення нової техніки, розробки сучасних наукомістких технологій, організації виробництва й експлуатації сучасних об'єктів вимагає високого рівня професіоналізму сучасного інженера.

Якість графічної підготовки фахівця оцінюється вмінням утілити технічну ідею в графічних образах (кресленнях), адже графічна діяльність невід'ємна від проектної роботи конструкторів на всіх її етапах.

У навчальний процес технічних спеціальностей ВНЗ активно впроваджуються нові ефективні комп'ютерні технології тривимірного моделювання під час вивчення курсу інженерної графіки.

Комп'ютерні технології та тривимірна графіка розвивають просторову уяву, а вміння фіксувати в кресленнях конструктивне втілення ідеї сприяє розвитку технічної творчості.

Тривимірне моделювання є найбільш наочним, точним і повним джерелом інформації про об'єкт, із використанням якого може бути сформовано й оформлено в разі потреби конструкторську документацію на електронних або паперових носіях.

Розвиток інформаційних технологій постійно висуває нові вимоги до сучасного інженера-конструктора будь-якої галузі. Інформаційні технології кардинально змінили принципи конструювання буквально за декілька останніх десятиліть: процес розробки виробів став інтенсивнішим; значно зросла їхня надійність і точність. Конструкторська діяльність стала привабливішою для молоді.

Упровадження в навчальний процес курсу інженерної графіки завдань із виконання креслень із використанням елементів конструювання має низку переваг перед традиційним – це краще візуальне подання виробів, що проектуються, більш висока точність проектування, особливо складних просторових об'єктів, а також необмежені можливості й легкість у редагуванні тривимірної моделі в процесі проектування на будь-якому етапі.

У ЧДУ імені Петра Могили під час вивчення комп'ютерної графіки як складової інженерної графіки використовується середовище AutoCAD, яке має значні можливості моделювання тривимірних об'єктів. У розпорядженні сучасних 3D-систем є безліч ефективних засобів моделювання, які дозволяють створювати тривимірні моделі найскладні-

ших деталей і складальних одиниць. Причому алгоритм проектування часто відтворює технологічний процес виготовлення деталі, вузла або механізму.

Розробка тривимірної моделі – досить складний процес, який вимагає не лише знань комп'ютерних програм та основ проектування, а також гнучкого розуму й неординарного мислення. Величезне значення має вибір раціонального способу конструювання деталі за максимального використання можливості графічних програм. Для цього необхідно розробляти й упроваджувати в навчальний процес курсу інженерної графіки завдання з виконання креслень із використанням елементів конструювання, розвиваючи ці вміння в студентів.

Використання студентами комп'ютерних засобів підвищує їхній інтерес до матеріалу, формує та поглиблює теоретичні знання, сприяючи більш результативному навчальному процесу. Реалізація знань зі створення тривимірних об'ємних моделей складної форми під час виконання навчальних завдань, послідовність, наочність і доступність, розкриваються в подальшому навчальному процесі та творчій діяльності.

Володіння студентами засобами комп'ютерної графіки, уміння виконувати креслення, обов'язково з елементами конструювання – необхідна умова для успішного вивчення спеціальних дисциплін, формування творчого мислення. Це передбачено вищою освітою, яка виходить із загальної концепції професійної освіти, що сприяє поглибленню фундаментальних знань.

УДК 621.3

Сідєлев М. І., Міщєня П. І.

МОНІТОРИНГ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У ВИДИХУВАНОМУ ПОВІТРІ

У різних галузях медицини існує гостра потреба в капнографах – приладах для вимірювання концентрації вуглекислого газу в газовій суміші, що видихається людиною. Основні сфери їх застосування – функціональна діагностика (виявлення патологічних станів легенів і бронхів, серцево-судинної системи пацієнта), анестезіологія й реанімація (контроль функціонування організму в ході операції або в післяопераційний період).

Особливо актуальним є проведення моніторингу зовнішнього дихання в клінічних умовах, обумовленого постійно зростаючою складністю й тривалістю хірургічних втручань, збільшенням тяжкості фун-

кціональних розладів у хворих та ускладненням технічних засобів, що використовуються в клінічній практиці. Значення цього процесу полягає у своєчасній діагностиці порушень і профілактиці важких ускладнень, зокрема зупинки серця й дихання, більш ефективній тактиці інтенсивної терапії та лікування. Застосування його ролі в клінічній практиці дозволяє лікарям не тільки отримати важливу інформацію про стан пацієнта, але й простежити за процесом зміни дихання в часі та зробити з цього потрібні висновки.

На сьогодні використовують такі види систем моніторингу концентрації вуглекислого газу у видихуваному повітрі:

- масс-спектрометрія;
- раманівська спектрометрія;
- інфрачервоний оптичний аналіз;
- інфрачервоний фотоакустичний аналіз;
- ультразвуковий швидкісний аналіз;
- ультразвуковий абсорбційний аналіз.

Більш детально розглянуто характеристики деякої кількості доступних у продажі приладів зарубіжного виробництва, серед них:

- BCI Capnosccheck Capnometer WW8110 – цифровий капнометр виробництва американської фірми BCI, призначений для виводу інформації на дисплей;

- BCI 8400 CAPNOCHECK – капнометр і капнограф в одному виробництва американської фірми BCI. Компактний мобільний пристрій для аналізу та відображення вуглекислого газу у видихуваному повітрі. Комбінує в собі капнограф та оксиметр;

- Microcap Handheld Microstream® capnography та Pulse Oximeter – мобільний пристрій виробництва компанії Microcap, що забезпечує точний, безперервний контроль за концентрацією вуглекислого газу у видихуваному повітрі;

- Capnosccheck Plus Capnograph – прилад виробництва американської компанії Capnosccheck, поєднує в собі капнометр, капнограф і пульсооксиметр.

Але їхніми характерними недоліками є:

- висока ціна;
- необхідність у кваліфікованому обслуговуванні;
- вихід із ладу одного монітора призводить до зупинки моніторингу в декількох пацієнтів;
- монітор споживає багато електроенергії й виробляє багато шуму й тепла;
- затримка у вимірюванні й відображенні даних іноді складає від 5 до 15 с, а в окремих випадках – до 60 с, що пов'язано зі значною

протяжністю газових магістралей і розподілом часу вимірювання між декількома хворими;

- недовговічність аргонної лазерної трубки, яка вимагає періодичної заміни, що обходиться дуже дорого;
- складність супровідного програмного забезпечення для обробки реєстрованого сигналу, складність калібрування й налаштування (шумове забруднення в сучасному довкіллі залишає бажати кращого);
- великий розмір вимірювальної камери з датчиком тощо.

Дослідження патентної інформації (моделі № RU2109269, № 31497, RU2172953) та аналіз особливостей різних газоаналізаторів визначає, що принцип дії капнографів зарубіжних фірм заснований на поглинанні інфрачервоного (ІЧ) випромінювання. Реалізація цього методу пов'язана з низкою технологічних труднощів: виготовлення й налаштування оптичної схеми, необхідність виключення похибок датчика ІЧ-випромінювання, пов'язаних із його залежністю від температури, водяної пари і т. п. Усе це зумовлює високу вартість капнографів. Як альтернативний спосіб виміру запропоновано використовувати метод, заснований на визначенні коефіцієнта поглинання газовим середовищем CO₂, що містить ультразвукове випромінювання. У цьому випадку оптична схема не потрібна, завдяки чому істотно спрощується конструкція вимірювальної камери, а також знижується вартість пристрою.

Вітчизняними виробниками поки що не освоєно серійне виробництво капнографів, а вартість зарубіжних досягає 2–5 тис. дол., тому оснащення ними медичних установ залишає бажати кращого. У цих умовах освоєння виробництва відносно недорогих аналізаторів CO₂ в повітрі, що видихається, є одним із перспективних напрямів розвитку вітчизняного медичного приладобудування.

УДК 621.3

Сідєлєв М. І., Сільвейстров О. В.

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ПРИВАТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Проблеми перевезення пасажирів міським транспортом виникали ще за радянських часів, особливо в години «пік». Відсутність приватних перевезень стримувала якість обслуговування населення. У середині 1990-х рр. із появою приватного малогабаритного транспорту більшу частину проблем, пов'язаних із перевезенням великої кількості людей, було усунуто, але ще залишається факт нерівномірності наван-

таження такого транспорту в часі та в напрямках перевезень. Створення єдиного автопарку та диспетчерських пунктів покликане вирішити питання оптимізації маршрутів перевезень, але ми достеменно знаємо, що й досі доволі часто стаємо перед фактом надмірного заповнення мікроавтобуса на зупинках автотранспорту.

Ми маємо два психологічних фактори, котрі не дозволяють наш «сучасний» міський транспорт зробити «ідеальним»:

- водій мікроавтобуса зацікавлений завантажити транспорт до «максимуму», щоб збільшити свій дохід;
- пасажир, не маючи інформації про інший транспорт, що наближається, намагається використати свій шанс одразу.

Вирішенням цієї інформаційної проблеми може стати спеціалізоване обладнання на різних рівнях:

- на рівні центрального пункту керування міським громадським транспортом;
- можливо, на рівні диспетчерських пунктів;
- на рівні оснащення мікроавтобусів;
- на рівні додатків до мобільних телефонів користувачів транспорту.

Алгоритм перевезень громадян міста може виглядати так:

1. Громадяни, які очікують автотранспорт, можуть бачити на склі мікроавтобуса, що наближається, повідомлення про кількість вільних місць. Це дає їм можливість прийняти рішення: використати цей або почекати інший транспорт.

2. Ті, хто мають смартфон із додатком про графік переміщення транспорту, можуть спостерігати за номерами маршрутів, що під'їжджають, та інформацію про наявність вільних місць.

3. За інформацією про заповненість місць у мікроавтобусах на різних маршрутах диспетчерський пункт може перерозподіляти між ними кількість автотранспорту.

У роботі представлено пропозиції щодо апаратної реалізації проекту. У першому наближенні апаратна частина складається з таких компонентів:

- персональний комп'ютер, розташований у головному диспетчерському пункті, із довільною операційною системою та засобами передачі даних;
- мікро-ЕОМ розміром із флешку з системою передачі даних, USB-інтерфейсом та операційною системою Android (розташовується в кожному мікроавтобусі);
- мікроконтролерна система, що забезпечує збір, обробку та індикацію інформації про наявність вільних місць (розташовується в кожному мікроавтобусі);

– смартфони з операційною системою Android та додатком спостереження за транспортом, що рухається.

Цей проект належить до розряду «корисних», але для його реалізації мають бути «добра воля» керівництва автотранспортом за рахунок простоти реалізації та незначної витратної частини. Більша частина обладнання для проекту вже існує: центральний комп'ютер компанії з системою передачі даних; netbook також із системою передачі даних у кожному мікроавтобусі; безліч смартфонів у клієнтах автотранспорту. Залишається розробити мікроконтролерну систему збору, обробки й передачі даних та відповідні додатки до всіх компонентів апаратури.

УДК 615.4:615.849.19

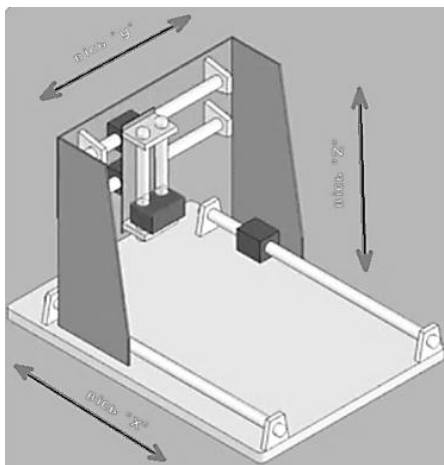
*Щесюк О. В., Бєліков О. Є.,
Плохенко М. В.*

БЛОК КЕРУВАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ

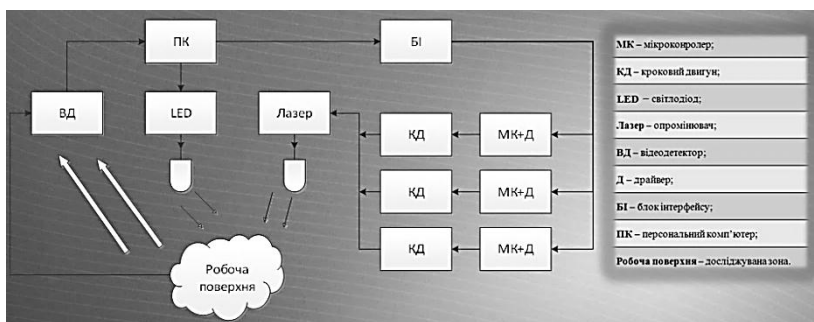
Сьогодні кожна п'ята людина у світі помирає від раку, тому триває пошук ефективних і щадних методів лікування. Розробка системи автоматизації для пристрою фотодинамічної терапії (ФДТ) на крокових двигунах (КД) є актуальною тому, що сьогодні момент немає таких комбінованих систем для лікування новоутворень шкіри, що водночас можуть поєднувати в собі систему позиціонування та лазерного опромінення. Також така автоматизована ФДТ може замінити хірургічні операції й променеве лікування багатьох, але не всіх видів онкологічних захворювань, збільшуючи при цьому точність. Таким чином, у хворих можна зберегти в цілісності внутрішні органи, уникнути інвалідності, зменшити відсоток появи рецидивів.

У цій роботі розробляється пристрій для автоматизації процесу фотодинамічної терапії, а саме блок позиціонування кроковими двигунами. На рис. 1а представлено модель системи позиціонування лазера на основі КД. Можна побачити, що лазер буде рухатися в трьох площинах: координата по осі X, по осі Y та по осі Z (приблизнення та віддалення лазера). Було розроблено структурну схему автоматизованого апарата ФДТ (рис. 1б). Принцип дії такий, що після введення в тіло пацієнта фотосенсибілізатора й опромінення ураженої ділянки певним світлодіодом відеодетектор починає процес відеофлюоресцентного маркування, тобто зчитування координат пухлини й відправлення даних на персональний комп'ютер. Лікар отримує інформацію про

місцезнаходження й розміри пухлини та задає на комп'ютері контрольні точки ракової пухлини. Програма будує траєкторію проходження лазера по злоякісній пухлині. І вже потім лікар віддає команду про початок виконання опромінення. Сигнали з персонального комп'ютера (ПК) передаються через блок інтерфейсу (БІ), який є інформаційним зв'язком до блока керування, і на самі крокові двигуни, які забезпечують позиціонування лазера по трьох площинах.



а)



б)

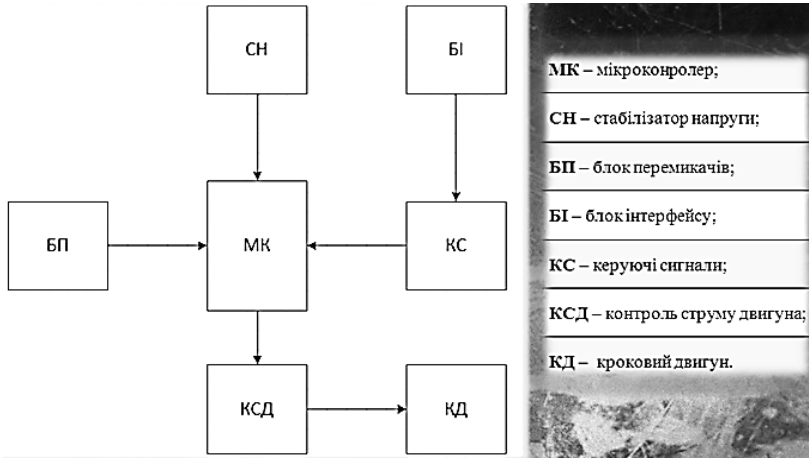
Рис. 1. Спрощена модель та функціональна схема:

- а) модель системи позиціонування лазера на основі КД;
 б) функціональна схема автоматизованого апарата ФДТ

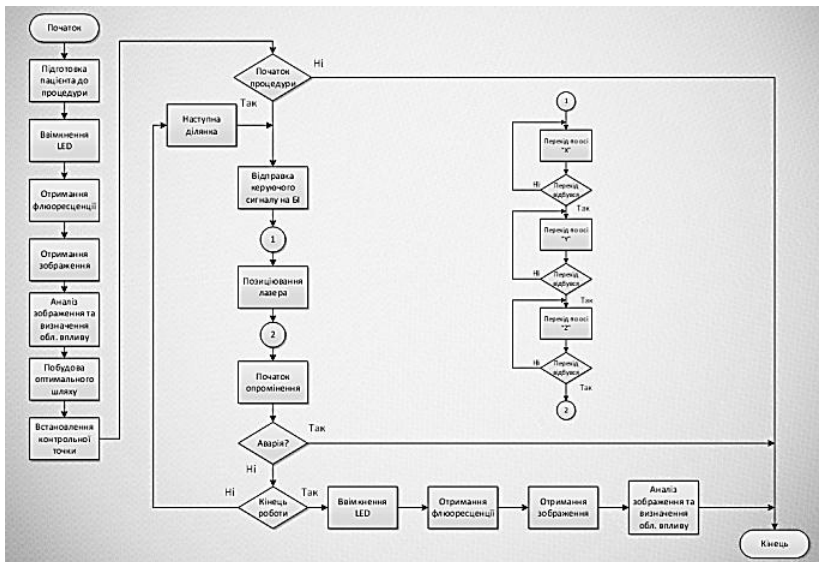
На рис. 2а зображено функціональну схему блока керування КД. Перевагою цього апарата є його автоматизація, що наявна завдяки системі додаткових мікроконтролерів (МК) та драйверів. У пам'яті цього МК записано керуючу програму, згідно з якою він може керувати кроковими двигунами через ПК. За потреби користувач (лікар) сам обирає позиціонування лазера за допомогою спеціальної утиліти, що встановлена на ПК. На рис. 2б зображено загальну блок-схему роботи приладу ФДТ та позиціонування лазера. Пацієнта готують до процедури, вмикають світлодіод із певною довжиною хвилі, аби отримати ефект флюоресценції. Після отримання зображення лікар робить аналіз зображення пухлини та визначає область впливу. Програма будує траєкторію оптимального шляху, а лікар установлює контрольні точки, щоб визначити, чи рухався пацієнт під час процедури. Далі, якщо всі параметри в нормі, лікар починає процедуру. Керуючий сигнал відправляється на БІ, задається позиція лазера й починається опромінення кожної визначеної програмою ділянки. У разі виникнення аварійної ситуації система припиняє роботу, а по закінченні процедури лікар знову проводить аналіз ракової пухлини. Принцип дії позиціонування такий, що для початку або продовження опромінення необхідно виставити лазер на потрібне місце, що робиться кожним із трьох крокових двигунів (вісь X, вісь Y, та вісь Z).

На рис. 3а зображено блок контролера уніполярного крокового двигуна, який було самостійно зібрано.

У цьому драйвері наявна апаратна ШІМ регулювання обмеження струму фаз; великий діапазон напруги та струму фаз; можливість використання універсальних керуючих сигналів STEP, DIR, ENABLE та робота в режимах «повний крок», «напівкрок» і «мікрокрок». Простими словами, цей блок відповідає за обертання одного крокового двигуна за такими параметрами, які буде задано з ПК та на самій платі. Також на рис. 3а зображено вільний роз'єм. Він призначений для мікроконтролера Pic18F2320. Цей МК уже був придбаний, доставлений і запрограмований спеціальною програмою за допомогою програматора «PICKit 3». На рис. 3б зображено симуляцію схеми в режимі реального часу в програмному середовищі «Proteus». Під час подачі живлення та універсальних керуючих сигналів схема приводить у дію кроковий двигун. Ця схема відповідає за координацію однієї з трьох осей. Змінюючи імпульси та логічні сигнали на входах «ENABLE», «DIR» та «STEP», можна змусити обертатися КД із певними параметрами, наприклад: обертання КД за або проти годинникової стрілки, увімкнення та вимкнення, режим кроку КД.



а)

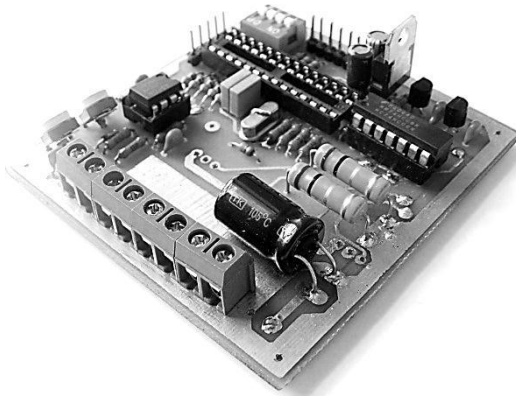


б)

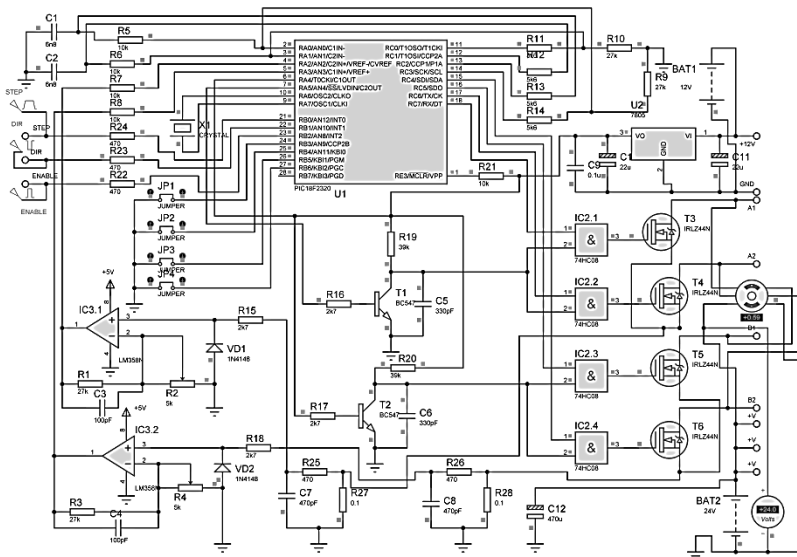
Рис. 2. Функціональна та загальна блок-схема:

а) функціональна схема блока керування КД;

б) загальна блок-схема роботи приладу ФДТ та позиціонування лазера



а)



б)

Рис. 3. Блок контролера та симуляція схеми:

- а) блок контролера уніполярного крокового двигуна;
- б) симуляція схеми в режимі реального часу в програмному середовищі «Proteus»

Висновки. 1. Розроблено метод модернізації пристрою ФДТ шляхом автоматизації процесу.

2. Розроблено функціональні схеми автоматизованого апарата ФДТ, блока керування кроковим двигуном, позиціонування лазера, блок-схеми роботи приладу ФДТ.

3. Зібрано електричну принципову схему системи позиціонування кроковим двигуном і перевірено її працездатність у програмному середовищі «Proteus».

4. Виготовлено експериментальну модель пристрою для автоматизації процесу ФДТ шляхом використання системи позиціонування на базі крокових двигунів.

УДК 681.122:629

Яремчук О. М., Коваль М. С.

ГАЗОАНАЛІЗАТОР ТРАНСПОРТНИХ ВИКИДІВ

Автотранспорт є одним із джерел забруднення атмосфери. Кількість автомашин безперервно зростає, особливо у великих містах, а разом із цим зростає обсяг викидів шкідливих продуктів в атмосферу. Основна причина забруднення повітря полягає в неповному згорянні палива. Сучасні газоаналізатори високого класу, крім надійності та зручності в роботі, мають безліч додаткових функцій, наприклад: вимірювання диференціального тиску газу; визначення швидкості та об'ємної витрати газового потоку; визначення витрати газу/бензину; вбудовану пам'ять; бездротовий інтерфейс для передачі даних на ПК; статистичну обробку результатів; розрахунок масового викиду забруднювальних речовин;

Метою роботи є створення недорогої, економічної та надійної системи контролю й сигналізації концентрації газів транспортних викидів із можливістю передачі на зовнішній пристрій водія.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання: здійснено огляд відомих методів та засобів контролю транспортних викидів; виявлено недоліки існуючих газоаналізаторів, удосконалено метод безпосереднього контролю за транспортними викидами; розроблено структурну схему для його здійснення й алгоритм вимірювального контролю.

Розглянемо функціональну схему газоаналізатора транспортних викидів. Під час вибору функціональної схеми будемо враховувати такі характеристики, як собівартість, швидкодія, надійність, простота реалізації, габаритність та точність.

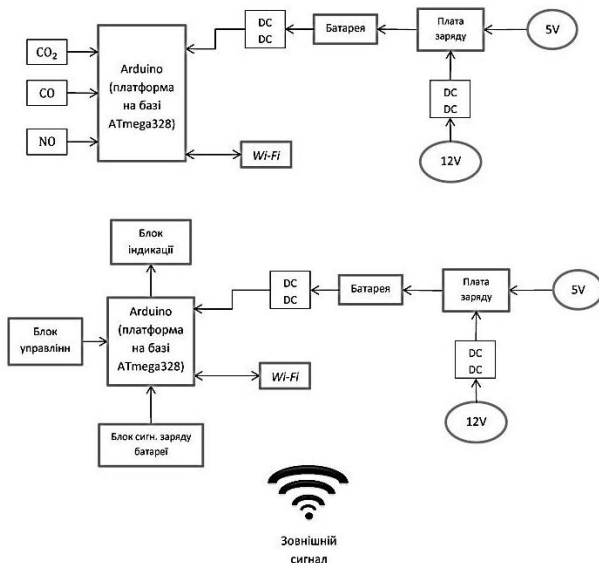


Рис. 1. Функціональна схема системи для визначення концентрації певних вихлопних газів автомобілів

CO₂; CO; NO – датчики концентрації, які використовуються для визначення концентрації вихлопних газів автомобілів; Arduino – плата Arduino; DC-DC – перетворювач постійної напруги; Wi-Fi – wifi передатчик; 12V, 5V – джерела заряду батареї різної напруги.

УДК [615.47:616-071.6]:004.4

*Жук І. Ю., Долженко А. В.,
Долженко О. В.*

СТЕТОСКОП ІЗ МІКРОКОНТРОЛЕРНИМ КЕРУВАННЯМ

Аускультация – це вислуховування звуків життєдіяльності людини. Цей метод діагностики є найбільш простим і найбільш поширеним у медичній практиці серед методів дослідження функціонального стану організму людини.

В організмі людини постійно функціонують серцево-судинна, дихальна, лімфатична, сечостатева, шлунково-кишкова й інші системи. Під час їхньої роботи відбувається перенесення відповідних субстанцій: крові, повітря, лімфи, сечі, їжі й газів, після чого відбувається

генерація звуків. Поява морфологічних, фізико-механічних артефактів у відповідних транспортних шляхах зазначених систем призводить до зміни акустичних характеристик звукових феноменів.

Аналізуючи існуючі стетофонендоскопи, можна зробити висновки, що більшість існуючих приладів працює на основі акустомеханічних явищ і дозволяє діагностувати захворювання пацієнтів, лише спираючись на досвід лікаря-діагноста, який чує ті або інші звукові коливання. Але поріг слуху людей зменшується з віком, і людина може не почути слабкий шум, що дозволить неправильно діагностувати початкову стадію захворювання пацієнта. Тому очевидною є необхідність створення принципово нової методології прослуховування аускультційних шумів людини і, як наслідок, нового покоління електронних стетоскопів із графічною візуалізацією та передачею даних на персональний комп'ютер.

Метою роботи є розробка медичного стетоскопа з мікроконтролерним керуванням для дослідження, запису та обробки сигналів, пошук шляхів передачі та візуалізації цих сигналів на ПК.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання: досліджено потенційну інформативність біологічних сигналів і визначено серед них найбільш інформативні та стабільні, які адекватно відображають функціональний стан людини; розроблено технічні засоби неінвазивного зняття, посилення без спотворень, зберігання форми аускультційних шумів організму людини; розроблено алгоритми обробки, інтерпретації біологічних сигналів, визначення оптимальних параметрів фільтрації та посилення вхідних сигналів; розроблено функціональну та принципову електричну схему електронного стетоскопа.

Розглянемо функціональну схему медичного стетоскопа з МК-керуванням:

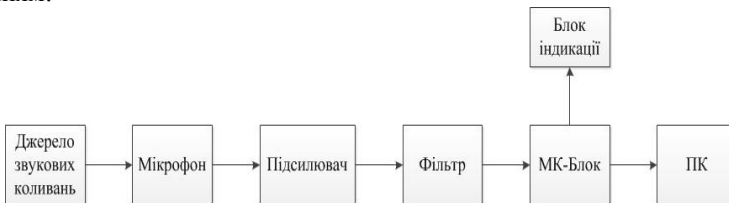


Рис. 1. Функціональна схема медичного стетоскопа з МК-керуванням

Використання мікроконтролера в блоці управління дозволило спростити процеси обробки вхідних сигналів, зменшити час установлення вихідної напруги на номінальному рівні, знизити споживану потужність.

УДК 531.7

Яремчук О. М., Процак М. М.

ПРИЛАД ТРЬОХОСЬОВОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ДАТЧИКА

У сучасному житті, дуже часто використовується роботизована техніка. Така техніка застосовується в ситуаціях, коли людина не може впоратись із завданням, яке потребує точності позиціонування та переміщення. Тому використовують комп'ютеризовані системи, які здатні переміщуватись так, як це потрібно людині.

Мета роботи – на основі контролера для уніполярних крокових двигунів створити абсолютно нову конструкцію механізму трьохосьового переміщення діагностичного датчика.

Відповідно до поставленої мети були виконані такі завдання:

- 1) розробити блок-схему електромеханічної частини;
- 2) обрати основні блоки приладу та їхні технічні характеристики;
- 3) спроектувати контролер для уніполярних крокових двигунів;
- 4) розробити 3D-модель механічної частини приладу за допомогою САПР;
- 5) розробити креслення деталей для приладу.

Важливими факторами конструкції є простота у виготовленні та ціна механізму. Задля більшої безпеки під час розробки 3D-моделі механізму враховувався людський фактор, тому рухомі частини механізму сконструйовано так, щоб користувач був більш захищений.

Опис функціональної схеми механічної та електричної частини приладу:

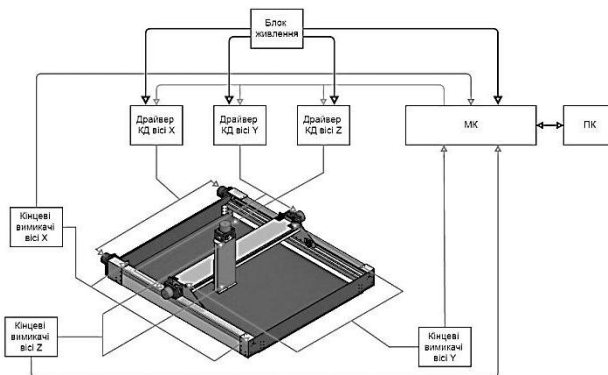


Рис. 1. Блок-схема електромеханічної частини



Для уніфікації керуванням кроковими двигунами було обрано протокол Step Dir Enable. Цей протокол максимально простий, більшість програмного забезпечення працює з цим протоколом, тому він ефективний (рис. 2).

Рис. 2. Протокол Step Dir Enable

УДК 615.47:618.1

Беліков О. Є., Аулова К. С.

СПОСІБ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГІСТЕРОСКОПА

Гістероскоп – прилад, який було розроблено безпосередньо для виявлення тих чи інших захворювань жіночих статевих органів. Крім цього він призначений для встановлення місця розташування, а також розмірів різноманітних новоутворень. За допомогою цього приладу можна оцінити стан епітелію маткової порожнини. Використання гістероскопічного методу дозволяє знизити до мінімуму ризик завдання травми порожнині матки.

Існує досить широкий спектр різноманітних гістероскопів, які мають свої певні недоліки. Наприклад, недостатня точність діагностики та локалізації патологічного вогнища у зв'язку з використанням оптичних каналів – втрати світла на переходах оптичних волокон та лінз; збільшений діаметр пристрою (особливо на ділянці, що потрапляє в досліджуване середовище), за використання оптичних каналів та лінз; спроба зменшення діаметра за рахунок об'єднання оптичних

каналів (передавального та приймального) призводить до ускладнення процедури діагностування; значне навантаження на м'язи рук лікаря під час управління пристроєм; відсутність автоматизованих засобів; застаріла матеріально-технічна база.

Тому метою нової моделі є поліпшення технічних та експлуатаційних характеристик пристрою для діагностики, профілактики та лікування як інфекційних запалень, так і онкопатологій у гінекології в частині збільшення роздільної здатності спектрального аналізу вторинного люмінесцентного випромінювання; підвищення точності позиціонування діагностичної та терапевтичної частин пристрою та зменшення фізичного навантаження на лікаря за рахунок використання автоматизованого позиціонування; забезпечення можливості фіксації кольорової відеоінформації патологічних ділянок та проведення терапевтичних процедур.

На рис. 1. можна побачити автоматизований елемент гістероскопа, додавши до гнучкої частини два сервоприводи, котрі будуть здійснювати її переміщення вгору/вниз та вправо/вліво.

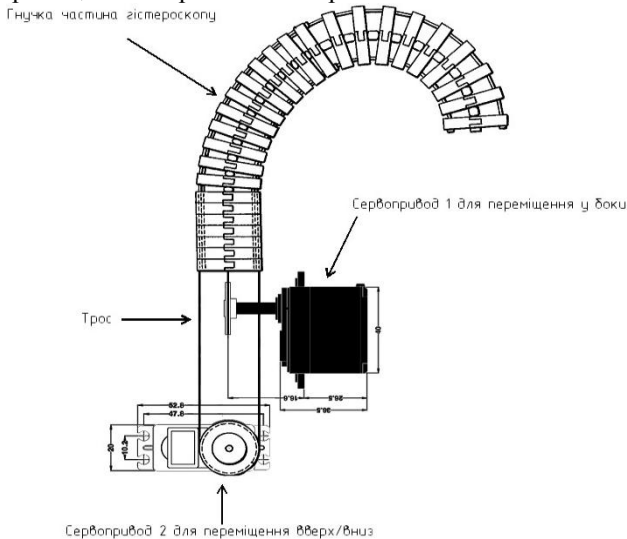


Рис. 1. Автоматизована гнучка частина гістероскопа

Отже, запропонована модель поліпшує технічні та експлуатаційні характеристики пристрою для діагностики, профілактики та лікування як інфекційних запалень, так і онкопатологій у гінекології в частині збільшення роздільної здатності спектрального аналізу вторинного люмінесцентного випромінювання.

**ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ЕКСТРАПОЛЯЦІЇ
ВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ
СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Електроенергетична система – це складний технічний комплекс, що являє собою сукупність з'єднаних між собою електричних мереж, електростанцій та приймачів електричної енергії, що функціонують у спільному режимі. Основною метою електроенергетичної системи є надійне електропостачання споживачів і при цьому ефективність її функціонування визначається якістю технічного та організаційного управління, яке повинно забезпечувати оптимальність режимів роботи системи.

Особливістю електроенергетичних систем, що відрізняє їх від інших складних об'єктів контролю та управління, є неможливість зберігання виробленого продукту – електричної енергії. При цьому процес зміни споживання електроенергії є стохастичним. Основними факторами, вплив яких зумовлює приналежність електроенергетичних систем до об'єктів з випадково змінними умовами функціонування, є наступні:

- тип дня тижня (робочий, вихідний, святковий);
- погодні умови (температура повітря, дощ, туман, сніг);
- залежність від часу доби;
- тривалість світлового дня.

Отже, враховуючи особливості функціонування електроенергетичних систем, для вирішення задачі прогнозування споживання електроенергії необхідно застосовувати методи теорії випадкових послідовностей.

Найбільш універсальною прогнозною моделлю з точки зору обмежень, що накладаються на процес, є поліноміальний степеневий екстраполятор:

$$m_x^{(\mu,l)}(h,i) = \begin{cases} M[X^h(i)] \text{ і } \delta \mu = 0; \\ m_x^{(\mu,l-1)}(h,i) + (x^l(\mu) - m_x^{(\mu,l-1)}(l,\mu))\beta_{h\mu}^{(l)}(i) \text{ і } \delta l \neq 1, \\ m_x^{(\mu-1,N)}(h,i) + (x^l(\mu) - m_x^{(\mu-1,N)}(l,\mu))\beta_{h\mu}^{(l)}(i) \text{ і } \delta l = 1. \end{cases} \quad (1)$$

Параметрами алгоритму (1) є елементи канонічного розкладання [2] випадкової послідовності $\{X\}$, що вимірюється в дискретному ряді точок $t, i = \overline{1, I}$:

$$X(i) = M[X(i)] + \sum_{v=1}^i \sum_{\lambda=1}^N W_v^{(\lambda)} \beta_{iv}^{(\lambda)}(i), \quad i = \overline{1, I}. \quad (2)$$

Елементи $W_v^{(\lambda)}, \beta_{iv}^{(\lambda)}(i)$ математичної моделі (2) послідовності $\{X\}$ визначаються з умови мінімуму середньоквадратичної похибки наближення між точками дискретизації.

Змістом запропонованого методу прогнозування обсягу споживання електроенергії на основі поліноміальної степеневі моделі (1) є реалізація наступних етапів:

Етап 1. Збір статистичних даних про постачання електроенергії за фіксований період часу для визначеної електроенергетичної системи і обчислення на їх основі дискретизованих моментних функцій $M[X^\lambda(\nu)X^h(i)]$;

Етап 2. Формування канонічного розкладання (2) випадкового процесу, що досліджується;

Етап 3. Визначення на основі відомої апостеріорної інформації за допомогою прогнозної моделі (1) майбутніх значень використання електроенергії споживачами.

Запропонований метод апробовано для вирішення задачі прогнозування споживання електроенергії для району «Варварівка» м. Миколаїв. На основі статистичних даних (період 1.04.14–31.05.14) виконано чисельний експеримент з використанням лінійного методу, методу Калмана третього порядку і запропонованого методу на основі моделі (1) третього порядку нелінійних зв'язків. Результати експерименту (Рис. 1) вказують на високу точність прогнозування на основі алгоритму (1) порівняно з лінійним методом за рахунок використання нелінійних стохастичних зв'язків і порівняно з методом Калмана за рахунок суттєвого збільшення апостеріорної інформації, що використовується для прогнозування.

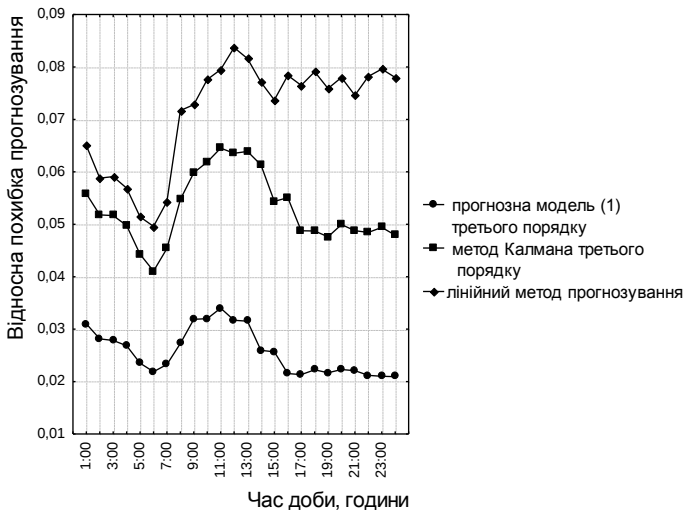


Рис. 1. Похибка прогнозування споживання електроенергії для району «Варварівка» м. Миколаїв

Запропонований метод прогнозування майбутніх значень процесу споживання електроенергії не накладає жодних обмежень на його властивості (вимога лінійності, марковості, монотонності, стаціонарності і т. д.). Результати чисельного експерименту підтвердили високу ефективність методу, відносна похибка прогнозування споживання електроенергії складає 2–3%.

УДК 004.93,004.89

Бурлаченко І. С.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ У ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ВІДЕОПОТОКУ

Розпізнавання образів є теоретичним напрямом наукових досліджень, задачі якого вирішуються великою кількістю методів з області штучного інтелекту. Сучасною задачею є аналіз відеопотоку. Економічний ефект від впровадження відеоаналітики більшою мірою помітний у великих територіально-розподілених мережах відеоспостереження. Здешевлення апаратного забезпечення та технологій відеоаналітики стає привабливим для малого бізнесу.

Залежно від цілей, відеоаналітика може реалізувати як одну, так і декілька базових функцій. Детекція об'єктів у полі зору камери проводиться за допомогою відеодетектора руху. Основна відмінність відеоаналітики від ІЧ-датчиків руху полягає в можливості локалізації і незалежного аналізу декількох об'єктів. Якщо рух не є достатньою ознакою для локалізації об'єкта в кадрі, то виявлення може проводитися за допомогою шаблонів. Функція стеження за об'єктами використовує алгоритми стеження (супроводу), що дозволяють отримати траєкторію руху об'єкта як у полі зору однієї камери, так і узагальнену траєкторію за даними відразу декількох камер. Стеження необхідно, щоб проаналізувати поведінку об'єкта за його траєкторією, наприклад, визначити рух об'єкта проти потоку або рух з підвищеною швидкістю. Крім цього, стеження необхідно для виключення повторного аналізу системою відеоаналітики одного і того ж об'єкта. Класифікація об'єктів виконується для фільтрації оперативних повідомлень або результатів пошуку. Типовий класифікатор об'єктів використовує ознаки форми і абсолютні розміри, розподіляє об'єкти на групи. Складні класифікатори визначають навіть вікову групу людини. Ідентифікація об'єктів є найбільш складним компонентом систем відеоаналітики, що дозволяють визначати людей за біометричними ознаками. Ситуаційна відеоаналітика може аналізувати поведінку об'єкта та автоматично детектувати перетин сигнальної лінії, падіння об'єктів, заборонене розташування чи виникнення об'єктів.

Пропонується мультиагентна система (МАС) для розподіленої мережі відеокamer, у якій множина функцій агенту аналізу відеопотоку може бути визначена множиною $F_a = \{f_a^{od}, f_a^{ot}, f_a^{oc}, f_a^{oi}, f_a^{sr}\}$, де a – відео потік агента, f_a^{od} – функція детекції об'єкта, f_a^{ot} – функція відстеження об'єкта, f_a^{oc} – функція класифікації об'єкта, f_a^{oi} – функція ідентифікації об'єкта, f_a^{sr} – функція розпізнавання ситуацій. Функції формують метадані – опис змісту кожного кадру відеопотоку. Кадри відеопотоку можуть клонуватись для одночасного застосування підмножини F_a . Метадані реалізовані структурами даних мови комунікації агентів МАС. Метадані містять: цілі агентів, дії агентів, місце розташування і ідентифікатори об'єктів (рамки), траєкторію і швидкість руху об'єктів, дані про злиття чи розділення об'єктів. Результатами роботи МАС є повідомлення, які можуть бути передані ЛПР МАС відеоспостереження або збережені для подальшого інтелектуального аналізу.

УДК 621.31:514.85

*Герасін О. С., Козлов О. В.,
Запорожець Ю. М.*

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ОЧИСНИМ МОБІЛЬНИМ РОБОТОМ ГУСЕНИЧНОГО ТИПУ НА БАЗІ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ

У доповіді обговорюється розробка та математичне моделювання системи автоматичного керування (САК) лінійним рухом мобільного робота (МР), побудованого на базі гусеничного рушія з постійними магнітами на гусеницях. Робота виконана під керівництвом професорів Кондратенка Ю. П. та Рудольфа Й. у рамках науково-дослідного проєкту з міжнародного співробітництва між Чорноморським державним університетом імені Петра Могили і Саарландським університетом.

Останні десятиліття область розробки і застосування малогабаритних МР суттєво розширилася. Завдяки невеликій масі, низькій вартості і гнучким можливостям пересування наземні роботи стали потужним інструментом рішення різноманітних завдань у техніці та наукових дослідженнях. Відома велика кількість МР із різними можливостями і конструктивним виконанням (гусеничні, колісні, крокуючі, гібридні і т. д.), для яких ставляться і вирішуються завдання моделювання і синтезу систем стабілізації, програмного і адаптивно-інтелектуального керування.

На рис. 1 представлено функціональну схему розробленої авторами САК лінійним переміщенням МР. Оператор задає координату X_3 через людино-машинний інтерфейс, задавальний пристрій ЗП оброблює аналоговий сигнал у такий, що сприймається роботом, $U_{ЗП}$. Після суматора сигнал розузгодження ε_3 подається на регулятор положення РП, який визначає величину напруги $U_{РП}$, яку необхідно подати на тиристорний перетворювач ТП, щоб останній формував наругу $U_{ТП}$ для двигуна постійного струму ДПС. Далі двигун із кутовою швидкістю $\omega_{ДПС}$ приводить у дію ведуче колесо мобільного робота МР. Переміщення робота (координата X_P) відслідковується датчиком положення ДП, який формує сигнал зворотного зв'язку $U_{ДП}$ для корекції подальшого руху механізму.

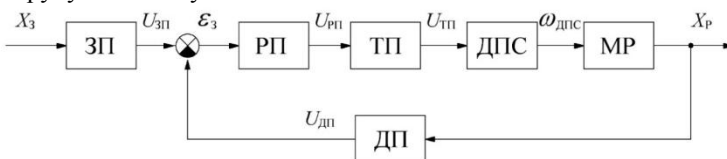


Рис. 1. Функціональна структура САК очисним мобільним роботом

Для синтезу регулятора положення та дослідження ефективності розробленої САК авторами було також синтезовано математичну модель руху МР по похилій поверхні.

На рис. 2 наведено схематичне зображення ведучого колеса МР, де V_A – лінійна швидкість точки A , розміщеної на ободі колеса, V_O – лінійна швидкість точки O (лінійна швидкість усього робота), F_T – сила тяги двигуна, $F_{оп}$ – сила опору повітря, $F_{пр}$ – притисна сила постійного магніту, $F_{тяж}$ – сила тяжіння, R – радіус колеса, r – плече сили $F_{пр}$ відносно точки O' , $M_{дпс}$ – крутний момент двигуна.

Відповідно до рис. 2 та на базі рівнянь динаміки (1) сформовано математичну модель руху МР по похилій поверхні (2):

$$\begin{cases} m\ddot{X}_p = F_T - F_O \\ J\ddot{\varphi} = M_{дпс} - M_O \\ \ddot{X}_p = \ddot{\varphi}R \end{cases} \quad (1)$$

$$\ddot{X}_p = \frac{2R}{J_{O'}} \left(2M_{дпс} - F_{пр}r - mgR\sin\alpha \frac{kR^3\omega_{дпс}^2}{4} - \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{d\omega_{дпс}}{dt} \right), \quad (2)$$

де φ – кут повороту колеса, F_O – рівнодійна сил опору, M_O – момент сил опору, J – центральний момент інерції, $J_{O'}$ – приведений момент інерції до точки O' , m – маса МР, k – коефіцієнт опору повітря, α – кут нахилу робочої поверхні.

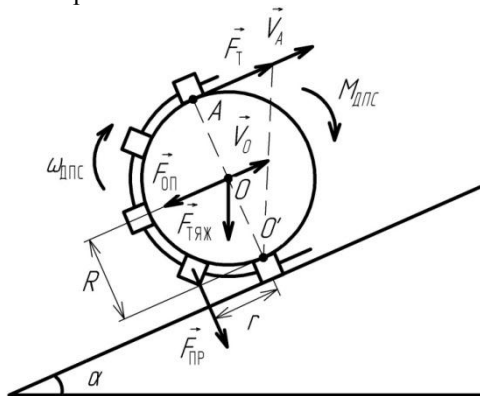


Рис. 2. Схематичне зображення ведучого колеса МР при русі по похилій поверхні

Імітаційне моделювання процесу переміщення МР вздовж однієї координатної вісі проведено за допомогою програмного забезпечення MatLab, пакету Simulink. Параметри регулятора налаштовано методом

параметричної оптимізації із застосуванням вбудованого інструменту PID Tuner. Для заданого значення координати $X_3 = 10$ м показники якості САК МР з різними типами регуляторів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз показників якості САК МР

Показники якості	Значення показників якості САК		
	ПД-регулятор	ПІ-регулятор	ПІД-регулятор
t_p , с	3	4,57	3,35
σ , %	0	34,13	28,51
$\delta_{ст}$	2,4	0	0
μ	0	1	2

Результати моделювання показують, що найменше значення пере-регулювання $\sigma = 0$ % та часу регулювання $t_p = 3$ с при статичній помилці $\delta_{ст} = 2,4$ % досягається при використанні ПД-регулятора. Розроблена математична модель наведеного МР може бути застосована в подальших дослідженнях, пов'язаних із підвищенням точності позиціонування та маневреності МР при відпрацюванні складних просторових траєкторій.

УДК 004.02

Давиденко Є. О.

**ВИБІР ВАРІАНТУ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ
SWOT-АНАЛІЗУ ТА МЕТОДУ МЕДІАН РАНГІВ**

Оскільки інформаційні технології швидко змінюються, для їх формування велике значення мають експертні оцінки, зроблені на підставі моніторингу наявного програмного забезпечення (ПЗ), наслідок цього – отримання на їх основі необхідного масиву інформації, розробка методів аналізу, орієнтованих на активне використання. Одним із методів, що ґрунтуються на експертних оцінках, є SWOT-аналіз. Цей метод широко застосовується в зарубіжній та вітчизняній практиці фінансового аналізу, де він розглядається як найважливіший інструмент маркетингового аналізу організації. Однак при деталізації SWOT-аналізу та включення до нього математичних розрахунків основних балансових коефіцієнтів, його можна і доцільно розглядати як комплексний метод оцінки варіантів вдосконалення ПЗ.

Аналізу підлягають сильні сторони (Strength), слабкі сторони (Weakness) внутрішнього середовища, а також можливості (Opportunities) і загрози (Threats) зовнішнього середовища ПЗ. Методологія SWOT-аналізу передбачає спочатку виявлення сильних і слабких сторін, можливостей і загроз, після цього встановлення зв'язків між ними, які в подальшому можуть бути використані для формулювання стратегії вдосконалення ПЗ.

На основі проведеного аналізу для виявлення найбільш впливових чинників будуємо матрицю, за допомогою якої визначається вплив фактора на ПЗ та ймовірність посилення його впливу.

Створюємо експертну комісію в складі з k чоловік. Для визначення стратегії вдосконалення кожен експерт заповнює матрицю впливів можливостей на переваги системи (табл. 1). На перетині S з O проставляється експертна оцінка їх взаємного впливу в балах (a_{ij}).

Таблиця 1

Визначення оптимальної можливості

	Можливості				
Переваги	O_1	O_2	O_3	O_4	O_i
S_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{1i}
S_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{2i}
S_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	a_{i4}	a_{ij}
R	R_1	R_2	R_3	R_4	R_i

Підсумкова сума балів за стовпцями показує пріоритетність урахування того чи іншого чинника при виборі стратегії:

$$R_j = \max_j \sum_{i=1}^m a_{ij} (j = \overline{1, n}),$$

де a_{ij} – елемент матриці, n – кількість можливостей, m – кількість переваг.

Отримуємо ранжування можливостей від кожного експерта, причому ранг 1 присвоюється найкращому, ранг 2 – другому по привабливості і т. д.

Використаємо метод медіан рангів для визначення оптимальної можливості підвищення конкурентоспроможності ПЗ. Впорядкуємо оцінки кожного експерта за зростанням. Потім знайдемо медіану, тобто значення, що знаходиться на $z = k/2$ місці.

Відсортувавши отримані медіани в порядку спадання, отримали ранжування можливостей вдосконалення ПЗ визначені групою експертів.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АВС-ХУZ МАТРИЦЬ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА БАЗІ ІЄРАРХІЧНИХ ДАНИХ

Класичним методом АВС аналізу є поділ аналізованого асортименту на групи А, В і С. Клас А – група товарів, на частку яких припадає приблизно 75–80 % загальної вартості запасів (оборотів), але вони складають лише 10–20 % загальної кількості товарів. Клас В – товари, частка яких в загальній сумі запасів (оборотів) складає приблизно 10–15 %, але у кількісному відношенні ці запаси складають 30–40 % продукції. Клас С – товари, що становлять 5–10 % від загальної вартості виробів, і 40–50 % від загального обсягу зберігання.

Розбиття асортименту на групи А, В і С дозволяє краще зрозуміти структуру множини об'єктів, що аналізується та застосувати до кожного із класів загальні рекомендації, що дають змогу підвищити якісні показники діяльності організації. Слід зазначити, що АВС аналіз може бути застосований майже на будь-якій предметній області, і не обмежується виробництвом, транспортуванням, зберіганням та реалізацією товарно-матеріальних цінностей. Класифікувати можна співробітників компанії, проекти, контрагентів, та багато інших сутностей.

Інший вид аналізу, що застосовується для розділення об'єктів на класи за ознакою стабільності – ХУZ-аналіз. Один із класичних прикладів застосування – визначення стабільності попиту на ту чи іншу продукцію організації. Ознакою, на основі якої конкретну позицію асортименту відносять до групи Х, У або Z, є коефіцієнт варіації попиту (v) за цією позицією. Серед відносних показників варіації коефіцієнт варіації є часто вживаним показником відносного попиту (1).

$$v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} / \bar{x} * 100\%, \quad \bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n, \quad (1)$$

де x_i – значення попиту по оцінюваній позиції за i -й квартал;

$\bar{x}$ – середньо квартальне значення попиту по оцінюваній позиції;

n – число кварталів, за які здійснена оцінка.

Виконуючи подальшу класифікацію вважається, що група Х – товари, що характеризуються стабільним попитом (розміром продажу), висока можливість вірного прогнозування продажу. Значення коефіцієнта варіації знаходиться в інтервалі від 0 до 10 %. Група У – товари, що мають деякі коливання продажу, характеризуються середніми можливостями їх прогнозування. Значення коефіцієнта варіації знахо-

диться від 11 до 25 %. Група Z – товари з нерегулярним і нестабільним попитом, слабка точність прогнозування продажу. Значення коефіцієнта варіації знаходиться в інтервалі – від 26 %

Для прийняття більш обґрунтованих рішень, XYZ-аналіз часто застосовують одночасно з ABC – аналізом. Сумісний ABC-XYZ-аналіз у результаті розбиває товари на 9 класів (табл. 1).

Таблиця 1

**Класифікація товарів підприємства
за їх прибутковістю методом ABC-XYZ аналізу**

	A	B	C
	AX	BX	CX
X	Висока прибутковість Регулярність продажу	Середня прибутковість Регулярність продажу	Низька прибутковість Регулярність продажу
	AY	BY	CY
Y	Висока прибутковість Періодичність продажу	Середня прибутковість Періодичність продажу	Низька прибутковість Періодичність продажу
	AZ	BZ	CZ
Z	Висока прибутковість Нерегулярність продажу	Середня прибутковість Нерегулярність продажу	Низька прибутковість Нерегулярність продажу

Використання ABC-XYZ матриці дозволяє застосувати більш гнучкі рекомендації щодо змін стратегії відношення до тих чи інших товарних груп, враховуючи як безпосередньо значення показника, так і його стабільність у часі.

При побудові ABC-XYZ матриці використовується один показник діяльності компанії, за яким виконується аналіз та класифікація. Але лише один фактор, як правило, не дозволяє отримати якісну картину, що може бути основою для підтримки управлінських рішень. Так, наприклад, виконавши аналіз продажів торговельної компанії за трьома такими показниками, як кількість продажів, сума продажів та сума націнки отримуємо 2 загальні категорії.

У першій категорії знаходяться ті товари, що потрапили в один і той самий сектор матриці за всіма факторами аналізу. До цієї категорії можуть бути застосовані загальні рекомендації щодо класів ABC-XYZ, а саме: AX і BX забезпечити постійну наявність товару, але не потрібно створювати надмірний страховий запас; AY і BY збільшити страховий запас; AZ і BZ слід переглянути систему замовлень; CX використовувати систему замовлень із постійною періодичністю і знизити страховий товарний запас; CY можна перейти на систему з постійною сумою (обсягом) замовлення, але при цьому формувати страховий запас, виходячи з наявних у компанії фінансових можливостей; CZ нові товари та товари спонтанного попиту, що поставляються під замовлення.

Друга категорія як правило потребує більш ретельної уваги, застосування додаткових методів аналізу, експертної оцінки, тощо. До цієї групи, наприклад, можуть потрапити дорогі товари, що за сумою націнки та сумою продажів є представниками групи А, а за кількістю продажів потрапляють у групу В або навіть С. Іншим прикладом можуть бути акційні продажі, що виводять товар у групу А за кількістю та сумою продажів, але опускають його в групу В або навіть С за сумою націнки. Потрапляння товару в різні групи XYZ, відносно до попереднього прикладу, свідчить як правило про нестабільність націнки (один із варіантів – проведення акцій або боротьба із конкурентами).

Додаткова проблема, що може виникнути при проведенні вищеприданого аналізу – необхідність ієрархічного представлення інформації. Вона може бути обумовлена потребою логічного групування довідника задля отримання менших за кількістю елементів і легших в управлінні товарних груп (побутова техніка, продукти харчування, одяг тощо). Або це може бути зумовлено вимогою розмежування прав доступу на перегляд інформації по продажах різних товарів різними співробітниками організації (кожну товарну групу контролює окремий менеджер).

У цьому випадку повинна бути можливість побудови ABC-XYZ матриці на різних рівнях ієрархії довіднику, при чому як з урахуванням всього асортименту, так і лише по асортименту конкретної товарної групи. Тобто, наприклад, голова компанії проводить укрупнений аналіз на рівні товарних груп та на рівні товарів групи із урахуванням продажів по товарах інших груп, а керівники підрозділів на рівні своїх товарних груп без урахування інших продажів.

За результатами проведених досліджень розроблена система ABC-XYZ аналізу реалізації торговельної компанії. Система підтримує можливість виконання аналізу на базі різних показників продажів товару, таких як сума і кількість продажів та сума і відсоток торговельної націнки. Крім того, є можливість побудови матриці на різних рівнях ієрархії довідника товарів, а також обмеження асортименту аналізу на певному рівні ієрархії та/або виключення із аналізу недозволених для перегляду товарного асортименту.

Впровадження розробленої системи дозволяє значним чином полегшити управління великим списком (асортимент біля 150 000 позицій) товарів за рахунок розбиття його на обмежену кількість (AX, AY, ...) груп аналізу із можливістю подальшого застосування до них загальних рекомендацій щодо управління зберіганням товарних запасів та застосуванням спільних стратегій реалізації. Застосування аналізу на різних рівнях ієрархії дозволяє підвищити ефективність керування окремими товарними групами та реалізувати механізми контролю якості роботи керівників підрозділів.

УДК 004.652:657

Дворецький М. Л.

ВИКОРИСТАННЯ ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОШУКУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ

Для будь-якої організації, що має намір досягти успіху в умовах теперішньої глобальної інформатизації, необхідна з одного боку інтелектуальна, а з іншого проста у використанні система для управління запасами знань, що має механізми ефективного пошуку та набуття нових знань. По мірі того, як все більше організацій інвестують у служби управління знаннями, виникає необхідність ретельно розібратися у вмісті, що вкладається у терміни «знання» та «управління знаннями».

У деяких джерелах знання визначаються як інтелект, що використовується у роботі. Знання, що набуті фактичним досвідом, продуктивні тільки в тому випадку, якщо вони і надалі використовуються при виконанні робіт або інтегруються у процес виконання інших робіт. Знання набувають різних форм, і це є однією із причин складності управління знаннями. Знання (Knowledge) – необхідна інформація, що використовується згідно з певними правилами, відповідно до певних процедур, і обов'язково із урахуванням відношення до цієї інформації особи, яка їх використовує (розуміння, схвалення, погодження, заперечення).

Необхідно зазначити відмінності між явними та неявними знаннями. Неявні знання важко виразити: вони досить часто полягають в інтуїції і досвіті, що не підлягають аналізу, навичках та звичках. Неявні знання може мати окрема особа або група осіб. Неформальні знання (Tacit Knowledge) – знання, які важко або неможливо формалізувати, інтуїтивні знання, відчуття, враження, складають близько 80 % усіх знань. Такі знання залишаються у членів спільноти (співробітників організації), якщо вони полишають компанію.

Явні знання легко знаходять вираження в чітких даних, повідомленнях, словах та числах. Вони значним чином систематизовані, закодовані і, відповідно, більш легко можуть бути видобуті з локальних та/або глобальних баз даних, різноманітних систем управління документами і інших джерел інформації. Формалізовані знання (Explicit Knowledge) – такі, що містяться в доповідях, звітах, листах тощо, тобто такі знання, що можуть бути задокументовані, або відображені у вигляді документів. Формалізовані знання складають близько 20 % всіх знань компанії.

Під поняттям управління знаннями мають на увазі пошук та розповсюдження досвіду людей або актуальної інформації в середовищі пов'язаних між собою осіб. Актуальна інформація може включати різні типи запасів знань: електронні документи, паперові документи, повідомлення електронної пошти, бази даних, текстові файли, фото, аудіо- та відео-фрагменти. Управління знаннями (Knowledge Management) – процес створення умов для виявлення, збереження та ефективного використання інформації та знань у спільноті. Це стратегія, що направлена на вчасне надання необхідних знань тим членам спільноти, яким ці знання необхідні для того, щоб підвищити ефективність діяльності цієї спільноти.

Ключем до управління знаннями є доставка в потрібний час необхідних знань тим особам, групам чи організаціям, які їх потребують. Метою управління знаннями є допомога виконавцям робіт краще працювати разом, використовуючи та керуючи інформацією, об'єми якої безперервно збільшуються. Результатом успішно працюючої системи має стати організація, що має знання, самонавчається та самовдосконалюється.

Обмін знаннями (Knowledge Sharing) – процес постійної циркуляції знань у спільноті, що здійснюється різними способами, за відповідними процедурами згідно з певними правилами за допомогою застосування організаційних методів із використанням технологічних рішень. Обмін та передача знань у рамках однієї організації звичайно набуває форми створення бази знань, що забезпечує накопичення та повторне їх використання. Ресурси знань можуть знаходитись у різних місцях, базах даних, базах знань, картотечних блоках, у спеціалістів, тощо.

Інструменти управління знаннями (Knowledge Tools) – сукупність технологічних рішень для виявлення, зберігання, структуризації, розподілення, обробки і проведення інших операцій із інформацією та знаннями, якщо це необхідно для ефективної діяльності спільноти; сукупність організаційних рішень і методів, що дозволяються створити умови для ефективного обміну інформацією та знаннями.

Перша проблема, пов'язана із розробкою та впровадженням систем управління знаннями, полягає в невизначеності поняття Knowledge Management. Термін «управління знаннями» формулюється різними способами, авторами, а також у різних цілях. Необхідно сформулювати визначення КМ таким чином, щоб кінцевий результат цього процесу був очевидним: КМ – це створення таких умов, при яких накопичені знання і досвід ефективно використовуються для виконання важливих для компанії задач.

За останні роки в багатьох компаніях створювались технічні рішення «інформаційних порталів» або інших сховищ, що використовувались із словом знання. Вони хаотично наповнювались інформацією і формалізованими знаннями (звітами, листами та ін.). Звичайно в таких випадках подібні технологічні рішення (інструменти) грають важливу роль для практичного забезпечення КМ. Тим не менш, роль організаційних інструментів не менш важлива.

Наступна проблема пов'язана із тим, що наявність великої кількості ресурсів не завжди корисно для компанії. У реальності вона свідчить тільки про інформаційну перевантаженість співробітників компанії. Нестача структури, а не кількість інформації є причиною зростаючої неможливості обробити інформацію. Управління знаннями відбувається для того, щоб ними скористатись, а не заради процесу як такого.

У деяких випадках створений ресурс ніким не використовується. Це, як правило, пов'язано із тим, що для успішної діяльності компанії і окремо взятого підрозділу знання, розміщені на ресурсі не мають цінності. Відповідно і їх збереження не має практичного сенсу. Треба зберігати лише ті знання, які реально потрібні для успіху компанії.

Для ефективного видобутку знань необхідно знайти мотивацію до обміну знаннями і професійним досвідом. Наприклад, важливо, якщо до досвіду прислуховуються, визнають авторитет у певній області, або пропозиція стала основою для нової стратегії компанії на ринку. З іншої сторони, співробітники не будуть постійно інвестувати в КМ свій час, якщо це не відображається позитивно на їх професійній діяльності. Такі витрати мають бути компенсовані деякою матеріальною винагородою.

Багато хто вважає, що у процесах КМ мають брати участь лише найбільш компетентні співробітники (експерти) компанії і КМ-професіонали. Однак, якщо співробітники не беруть участь у процесах КМ, вони відчувають, що їх знання залишаються непотрібними. Часто трапляється, що саме ці співробітники полишають компанію.

Застосування зворотного зв'язку системи управління знаннями із її користувачами дозволяє вирішити більшість вищеписаних проблем. По-перше, аналіз користувацьких запитів до системи дозволяє отримати ключові слова, запитання, а також категорії класифікатора. Отже, початковий опис знань, що здійснено експертом може бути скорегований відповідно до точки зору користувачів, які виконують пошук цих даних. Подібна операція приводить класифікатор у форму, що більш відповідає образу мислення кінцевих користувачів, а отже підвищує швидкість пошуку необхідних знань.

У багатьох випадках одна і та сама задача може бути вирішена у різний спосіб, тобто в системі можуть міститись різні відомості із

вирішення однієї проблеми, сформульовані різними експертами в різний час. Оцінка різних підходів, що спирається на статистику використання знань та користувацькі відгуки є не менш важливою ніж експертні оцінки. Використання статистики додавання, модифікації, і, найважливіше, використання знань при виконанні робочих задач, дозволяє оцінити не тільки самі знання, а і діяльність співробітників, направлену на удосконалення системи управління знаннями, а отже значно створює підґрунтя для розрахунку можливої матеріальної винагороди, як одного з підходів щодо мотивації співробітників.

УДК 004.02

Донченко М. В.

ПРОБЛЕМА ТА ЇЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Що таке проблема і звідки вона з'являється? Класично – поняття проблеми широко використовується при підтримці прийняття рішення за умови недостатньої інформації для її розв'язання. Подолання проблеми – це пошук потрібної для прийняття рішення інформації.

На мій погляд, це дещо спрощене визначення. Якщо взяти по суті, то проблема виникає не з відсутності або з недостатності інформації. Проблема – скоріше стан системи, який з'являється в певних ситуаціях її функціонування. Це може бути ненормальне функціонування у зв'язку з внутрішніми процесами в системі. Наприклад, зниження надійності, падіння ефективності (економічної, динамічної, фізичної), зниження безпеки функціонування, загрози для довкілля чи життя людей. Зміна стану системи може також бути пов'язана із зміною зовнішніх впливів чи умов функціонування. Іншими словами, проблема – вимушена необхідність змін для приведення системи до потрібного стану: розробки нової, відновлення чи удосконалення існуючої. А розв'язання проблеми – це визначення оптимального комплексу змін для приведення її до оптимального стану в заданих умовах. В цьому зв'язку потрібно знайти таке рішення, а скоріше, комплекс рішень, які б дозволяли для заданих вимог і існуючих умов відновити або створити нову систему для потрібного стану (потрібних можливостей). В силу специфіки, можуть бути дві стратегії розв'язання проблеми: радикальна і компромісна. Радикальна – це створення нової прогресивної системи, навіть з певним запасом оновлених функцій і можливостей з використанням сучасних технологій. Звичайно таке рішення буде мати найвищу ефективність подальшого використання системи. Але, в силу реальних можливостей, далеко не завжди можна чи раціонально таке зробити.

Компромісна стратегія є найбільш вживана, але при цьому слід чітко розуміти, що відновлення або модернізація існуючої системи, яка попала в критичний стан, далеко не завжди дозволяють досягти рівня ефективності новоствореної системи. І в першому, і в другому випадках потрібно шукати оптимальне рішення і технологію його досягнення. Тільки воно стратегічно відрізняється. В першому ми шукаємо структуру рівних можливостей підсистем, які забезпечують максимальний стан потрібної ефективності. В другому – ми шукаємо оптимальне підвищення ефективності однієї або кількох підсистем, щоб забезпечити рівень ефективності системи близький до нормального або мінімально допустимого. А, головне, система задає вимоги і умови для прийняття рішення, щодо модернізації цих підсистем, причому обов'язково слід враховувати вплив підсистем, які залишилися незмінними. Виходячи з цього, потрібно знайти таке рішення, яке дозволило б підняти ефективність підсистем, хоча б до мінімального допустимого рівня ефективності системи в цілому.

Розглянемо більш детально це питання. Хай існує система, яка опинилась в критичній ситуації і її подальше використання в силу різних причин стало неможливе або недоцільне. Щоб розв'язати ситуацію її потрібно проаналізувати з точки зору причин, впливів, змін умов, які привели систему до критичного стану з метою можливості повернення до нормального функціонування. На основі проведеного аналізу потрібно визначити:

- стратегію виведення системи з критичного стану;
- проаналізувати зовнішні і внутрішні впливи, які привели систему до такого стану;
- визначити вагомість впливу визначених факторів на функціонування системи і на зміну її стану;
- проаналізувати можливість зміни системи і, відповідно, критичних підсистем для зменшення впливу негативних факторів;
- визначити технологію підвищення ефективності системи при направленій зміні структури системи чи підсистем;
- конкретизація задач пошуку оптимальних рішень щодо виведення системи з критичного стану;
- визначення і виконання етапів пошуку оптимальних рішень за окремими критеріями;
- розробити чи використати потрібні технології для досягнення оптимального стану системи у відповідності до знайдених рішень;
- оцінка ефективності можливого функціонування системи, відновленої чи удосконаленої за знайденими рішеннями і відповідними технологіями;

Висновки

1. Проблемна система повинна розглядатися як підсистема системи вищого рівня, в яку вона входить.
2. Рівень оптимальної ефективності її визначається за системою вищого рівня.
3. Вхідні дані для пошуку рішення щодо досліджуваної системи є внутрішніми впливами на неї системи вищого рівня.
4. Невизначеність (недостатність інформації) долається шляхом дослідження системи вищого рівня.
5. Розв'язання проблеми є алгоритм чи технологія пошуку і досягнення оптимальних чи раціональних рішень на кожному етапі, виходячи з умов та можливостей їх виконання.
6. Оптимальність чи раціональність прийняття рішення потрібно шукати на кожному етапі виходячи з принципу рівної ентропії.

УДК 004.422

Кобилінський І. А.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА АНАЛІЗУ РИЗИКІВ

Швидке технологічне та економічне зростання в останні роки призвело до того, що в багатьох областях науки, техніки та економіки виникає необхідність вирішення складних задач прийняття рішень. У більшості випадків ці завдання відносяться до багатокритеріальних і багатоцільових. Розвиток сучасних підходів до вирішення багатокритеріальних задач пов'язаний із тим, що останнім часом з'явилася можливість будувати розширені і складні процедури прийняття рішень з використанням останніх досягнень в області технологій програмування. Задачі прийняття рішень стають все більш складними, при цьому особи, які приймають рішення (ОПР), повинні оцінювати широкий спектр альтернатив на основі безлічі суперечливих критеріїв. Це зумовило необхідність розробки ефективного програмного інструментарію, що дозволяє точно і ефективно прораховувати варіанти на основі, яких буде прийматися рішення.

Програмний фреймворк (англ. software framework) – це готовий для використання комплекс програмних рішень, що включає дизайн, логіку та базову функціональність системи або підсистеми. Фреймворк визначається як безліч конкретних і абстрактних класів, а також визначень способів їх взаємодії. Конкретні класи зазвичай реалізують взаємні відносини між класами. Абстрактні класи являють собою точки розширення, в яких каркаси можуть бути використані або адапто-

вані. Процес створення фреймворку полягає у виборі підмножини задач проблеми та їх реалізацій. У ході реалізацій загальні засоби вирішення завдань полягають у конкретних класах, а змінні засоби виносяться в точки розширення.

При розробці програмного фреймворку були враховані загальноприйнятні практики та сучасні шаблони проектування для виділення основних сутностей та організації зв'язків між його компонентами. Використані підходи дозволили побудувати прості та слабкозв'язані (англ. *loose coupling*) механізми, що відповідає всім вимогам до проектування каркасів.

Розглянемо основні компоненти фреймворку. Каркас складається з 8 бібліотек, у яких реалізовані основні та допоміжні програмні модулі з побудови та вирішення задач багатоцільового прийняття рішень та аналізу ризиків. Логічна організація фреймворку представлена на рис. 1.

Фреймворк розроблений з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування C# 5.0 на платформі Microsoft .NET Framework 4.5. На момент публікації фреймворк містить 9200 рядків вихідного коду.

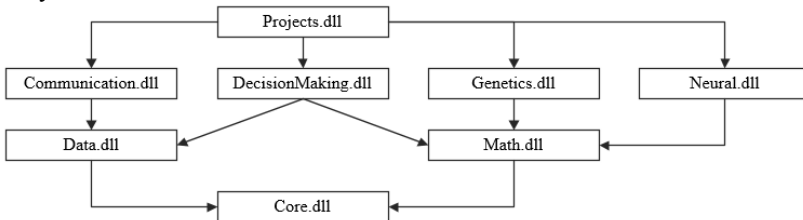


Рис. 1. Архітектура фреймворку

Бібліотека *Core.dll* містить базові і допоміжні компоненти та розширення, а також інтерфейси для організації слабкозв'язаної архітектури.

Бібліотека *Data.dll* містить базові класи для організації рівня даних (Data Transfer Objects (DTO) та засоби взаємодії зі сховищами даних.

Бібліотека *Math.dll* об'єднує засоби представлення функцій та умовних виразів, генератори псевдовипадкових чисел, засоби зберігання та обрахунку матриць. Модуль містить також і класи для представлення нечіткої інформації. Реалізовані класи для роботи з нечіткими числами з трикутною та трапецієвидною формою функції належності, а також з інтервальними числами. Бібліотека надає можливість організувати обчислення незалежно від того, які дані (чіткі чи нечіткі) мають бути опрацьовані.

Бібліотека *Communication.dll* містить засоби для організації взаємодії з іншими користувачами. Засоби можуть бути використані для організації інтерактивного групового прийняття рішень.

Бібліотека *DecisionMaking.dll* містить основні сутності задачі прийняття рішень та аналізу ризиків, а також реалізацію класичних та сучасних методів багатоцільового прийняття рішень, серед яких АНР, ELECTRE, MOORA, PROMETHEE, TOPSIS, SAW, VIKOR, а також класичні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності.

Бібліотека *Projects.dll* містить класи для представлення умови задачі прийняття рішень (вхідних даних) та надає засоби для зберігання суджень експертів та налаштування методів прийняття рішень. Модуль містить також засоби для зберігання даних у файловій системі для подальшого опрацювання.

Одна з головних переваг, при використанні каркасних застосунків, полягає в тому, що такі програми мають стандартну структуру. Розроблений програмний фреймворк може бути застосований для вирішення різних багатоцільових задач прийняття рішень та аналізу ризиків. Крім фреймворк був використаний для вирішення задач оцінки проектів та вибору технологічного обладнання. Застосування всієї сукупності реалізованих методів дало можливість провести аналіз і порівняти результати розрахунків, що довело ефективність роботи програмного каркасу.

УДК 004.02

Кобилінський І. А.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ

У наш час процес управління ризиками розглядається як ключовий напрям прикладного менеджменту, тому значна увага приділяється вивченню ризикових сфер і основних видів ризиків, пошуку ефективних методів їх оцінювання, контролю та моніторингу. Ефективність вирішення будь-якої проблеми головним чином залежить від правильності й обґрунтованості прийняття рішень на всіх етапах вирішення задач і, незалежно від складності задач, неможливе без урахування ризиків.

Основною причиною виникнення ризиків є невизначеність середовища діяльності, що, у свою чергу, зумовлено такими чинниками, як брак повної та достовірної інформації про зовнішнє середовище;

обмеженість можливостей щодо опрацювання інформації про процес або систему; випадковість появи несприятливих подій; виникнення конфліктів; порушення договірних зобов'язань; політичні рішення.

За цією ознакою всі планові рішення поділяються на три групи:

- прийняті в умовах визначеності;
- прийняті в умовах ймовірнісної визначеності (засновані на ризику);
- прийняті в умовах повної невизначеності (ненадійні).

Прийняття рішень в умовах ймовірнісної визначеності базується на теорії статистичних рішень. Неповнота і недостовірність інформації доповнюються шляхом розгляду випадкових подій і процесів, які можуть статися. Закономірності поведінки випадкових об'єктів описуються за допомогою ймовірнісних характеристик. Самі ж ймовірнісні характеристики є вже не випадковими, тому з ними можна робити операції із знаходження оптимального рішення так само, як з детермінованими характеристиками. Загальним критерієм знаходження оптимального рішення є середній ризик.

Однак у більшості випадків прийняття рішень та оцінки ризику відбувається в умовах невизначеності та неповноти інформації, тому застосування класичної ймовірності як характеристики масових процесів стає неможливим. Однією із перспективних сфер сучасних високих технологій є нечітке моделювання, що зумовлено тенденцією збільшення складності математичних і формальних моделей реальних систем та процесів управління, пов'язаних із бажанням підвищити їх адекватність і врахувати множину різних чинників, які впливають на процеси прийняття рішень.

Невизначеність (недостатність) інформації ріднить ризик із ситуацією прийняття рішень в умовах недетермінованих параметрів. Враховуючи необхідність у кількісних оцінках ризику, розумно визначити ризик на основі поєднання величини події (наслідків події) і міри можливості її настання. На практиці для отримання точкової оцінки значення ризику використовують добуток їх числових значень. При цьому, в якості міри можливості настання події, як правило, вибирають ймовірність її настання P . Наслідки небажаної події A можуть оцінюватися різними специфічними параметрами – від економічних до етичних чи політичних. Звідси ризик:

$$R = A \cdot P.$$

Перехід до нечітких моделей припускає наявність широкого спектру варіантів агрегування величини події і міри можливості її настання. Можливими варіантами узагальнення для подібної моделі є:

1. Використання Т-норм для оцінки ступеня впевненості в істинності формули.

2. Заміна значень A і P на нечіткі числа (лінгвістичні змінні), а добутки – на розширений (за принципом узагальнення) добуток нечітких чисел.

3. Заміна значень A і P на нечіткі відношення, а добутки – на композицію цих відношень.

4. Узагальнення формули з використанням нечітких інтегралів.

Формула для ризику може мати нестрогий характер у зв'язку з тим, що значення ймовірності P і збитку A можуть бути відомі не точно, а з деякими ступенями впевненості $x(P)$ і $y(A)$. Ступінь впевненості $z(R)$ в істинності формули може залежати від ступенів впевненості $x(P)$ і $y(A)$ наступним чином:

- як їх мінімум – Т-норма Заде – $z(R) = T_M[x(P), y(A)] = \min[x(P), y(A)]$;

- як їх добуток – ймовірнісна Т-норма – $z(R) = T_P[x(P), y(A)] = x(P) \times y(A)$;

- інші Т-норми.

Тому метод оцінки ризику набуває характеру нечіткої системи, а сам процес обчислення складається з основних етапів формування нечіткого висновку.

Використання нечітких моделей дає ряд переваг, оскільки дозволяє:

- включати в аналіз якісні змінні;
- оперувати нечіткими вхідними даними;
- оперувати лінгвістичними критеріями;
- долати недоліки і обмеження наявних методів оцінки ризиків.

Недоліками методу є:

- існує суб'єктивність у виборі функцій належності та формуванні правил нечіткого введення;

- незначна увага до застосування моделей професійними фінансовими установами;

- необхідність спеціального програмного забезпечення, а також фахівців, які вміють з ними працювати.

Підсумовуючи вищезазначене можна відзначити, що найбільш адаптованим і перспективним математичним апаратом, що дозволяє проводити оцінку ризиків в умовах багатофакторності і невизначеності, є апарат теорії нечітких множин, що дозволяє застосовувати методологію системного аналізу. У зв'язку з великим динамічним діапазоном чинників, що беруть участь у формуванні ризиків у задачах планування, доцільно використовувати алгоритм нечіткого висновку. Суттєвим також є питанням підтвердження адекватності отриманих прогнозних оцінок.

УДК 681.5

Козлов О. В., Дібрівна М. І.

ОПТИМІЗАЦІЯ НЕЧІТКИХ КОНТРОЛЕРІВ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ СКЛАДНИМИ ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

У доповіді розглядаються процедури оптимізації параметрів нечітких контролерів типу Мамдані на основі методу градієнтного пошуку в системах автоматичного керування (САК) складними технічними об'єктами.

Регулятори побудовані на базі нечіткої логіки, в багатьох випадках можуть забезпечити більш високі показники якості перехідних процесів порівняно з класичними регуляторами при керуванні складними технічними об'єктами, що мають невизначені або нелінійні параметри. Крім цього, використовуючи методи синтезу нечітких керуючих пристроїв, можливо здійснювати оптимізацію складних контурів регулювання без проведення всебічних математичних досліджень.

Однією з переваг САК на базі нечіткої логіки є їх гнучкість з точки зору процедур налаштування розроблених контролерів, зокрема при проектуванні даних систем є можливість обирати різні типи нечіткого логічного виведення, реалізувати різні типи і форми їхніх функцій належності і т. д.

Нечіткі регулятори типу Мамдані досить широко застосовуються в системах керування складними технічними об'єктами з суттєво нелінійними та невизначеними параметрами та мають досить прості та інтуїтивні процедури налаштування.

Метою процедури оптимізації параметрів нечітких регуляторів типу Мамдані, що використовується в цій роботі, є мінімізація інтегралу квадрата помилки $f(t, \mathbf{P})$ між модельованою $y_{sim}(t, \mathbf{P})$ і бажаною $y_{des}(t, \mathbf{P})$ перехідними характеристиками системи керування при зміні параметрів даних регуляторів. Пошук мінімального значення функціоналу (1) виконується за допомогою алгоритмів градієнтного пошуку:

$$\min_{\mathbf{P}} f(t, \mathbf{P}) = \min_{\mathbf{P}} \left[\int_0^t e(t, \mathbf{P})^2 dt \right] = \min_{\mathbf{P}} \left[\int_0^t (y_{des}(t, \mathbf{P}) - y_{sim}(t, \mathbf{P}))^2 dt \right]. \quad (1)$$

Вектор параметрів $\mathbf{P}$ є масивом параметрів нечіткого контролеру типу Мамдані, що піддаються оптимізації.

На першому етапі здійснюється оптимізація термів вхідних та вихідного сигналів нечіткого контролеру Мамдані. У цьому випадку вектор параметрів, які оптимізуються:

$$\mathbf{P} = \{\mathbf{P}_{i,j}^k\}, k = \{1, \dots, n\}, i = \{1, \dots, m\}, j = \{1, \dots, l\}, \quad (2)$$

де k – номер входу або виходу; i – номер терму; j – число вершин терму i ; n – загальна кількість входів та виходів; m – загальна кількість термів одного входу або виходу; l – загальна кількість вершин одного терму. Так, наприклад, для нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані, що має 2 вхідні змінні та одну вихідну, з п'ятьма трикутними термами кожна $n = 3$; $m = 5$; $l = 3$. При трапецієподібній формі функцій належності лінгвістичних термів нечіткого контролера $l = 4$.

Після оптимізації лінгвістичних термів вхідних та вихідного сигналу даного нечіткого контролера при виникненні необхідності подальшого покращення показників якості керування проводять другий етап оптимізації. На цьому етапі вводять додаткові підсилювальні коефіцієнти для вхідних та вихідного сигналів нечіткого контролера та в процесі оптимізації знаходять їх оптимальні числові значення. Так, наприклад, для вищенаведеного нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані вектор параметрів $\mathbf{P}$ матиме такий вигляд:

$$\mathbf{P} = \{k_p, k_D, k_{out}\}, \quad (3)$$

де k_p – коефіцієнт підсилення сигналу помилки керування; k_D – коефіцієнт підсилення сигналу похідної по часу від помилки керування; k_{out} – коефіцієнт підсилення вихідного сигналу нечіткого регулятора.

Наведений підхід оптимізації дозволяє суттєво підвищити показники якості систем керування складними технічними об'єктами та значно спростити процедуру синтезу їх нечітких контролерів.

У якості прикладу в цій роботі розглянуто процедуру оптимізації параметрів нечіткого контролера типу Мамдані в САК температурою нагріву піролізного реактора.

Функціональна структура САК температурою піролізного реактора наведена на рис. 1, де прийнято наступні позначення: ЗП – задавальний пристрій; ЛРВ – лінійний регулятор витрати газу; ГП – газовий пальник; ДТ – датчик температури; $T_{зр}$, $T_{др}$ – задане та дійсне значення температури реактора; $u_{зп}$, $u_{рт}$, $u_{дт}$ – вихідні сигнали ЗП, нечіткого регулятора та ДТ, відповідно; ε – помилка керування; $\frac{d\varepsilon}{dt}$ – похідна помилки керування за часом; $Q_{г}$ – витрата газу ЛРВ; $P_{гп}$ – потужність ГП; $f(t)$ – збурювальний вплив.

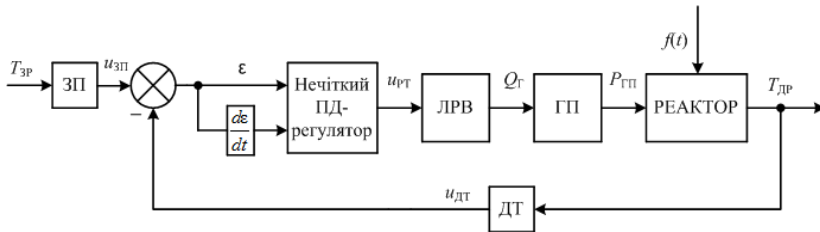


Рис. 1. Функціональна структура САК температурою піролізного реактора

Математична модель піролізного реактора у формі передаточної функції має такий вигляд:

$$W_p(p) = \frac{T_{\text{ДР}}(p)}{P_{\text{ГП}}(p)} = \frac{k_p}{(T_{p1}p + 1)(T_{p2}p + 1)^2}, \quad (4)$$

де k_p , T_{p1} , T_{p2} – коефіцієнт підсилення та сталі часу передаточної функції піролізного реактора, що можуть змінюватися в процесі нагріву; p – оператор Лапласа.

Процедури синтезу та оптимізації параметрів нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані даної САК за допомогою вищенаведеного підходу детально обговорюються в доповіді.

Результати математичного та комп'ютерного моделювання перехідних процесів САК температурою піролізного реактора підтверджують доцільність застосування нечіткого ПД-регулятора типу Мамдані в даній САК, а також вищенаведеного методу оптимізації його параметрів.

УДК 681.518.52

*Кондратенко Ю. П., Козлов О. В.,
Топалов А. М.*

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ТА ОБ'ЄМУ РІДИНИ В БАЛАСТНИХ ТАНКАХ ПЛАВУЧОГО ДОКУ

У доповіді обговорюються запропоновані авторами підходи щодо вимірювання рівня та об'єму рідини в баластних танках плавучого доку із застосуванням гідростатичного методу, зокрема розглядається рішення стосовно зменшення похибки вимірювання при наявності диференту плавучого доку.

Під час постановки судна в плавучий док, останній стикається з проблемами рівноваги. Як правило, власна вага судна передається через кіль-блоки палубі понтона, в результаті можуть відбутися нахили та порушення міцності плавучого доку. Тому прогин, перегин і кути нахилу (крен і диферент) плавучого доку повинні знаходитися в межах допустимого діапазону, щоб забезпечити безпеку експлуатації судно-підійомної споруди. При великому запасі вантажопідйомності доку вигинаючі моменти, небажані кути крену і диференту, які діють на систему док-судно, можливо повністю усунути шляхом вирівнювання навантаження на кожний понтон за рахунок баласту. Таким чином на сьогодні актуальною є задача оперативного управління і контролю рівня та об'єму рідини в баластних танках з метою своєчасної стабілізації плавучого доку.

Рівень рідини в баластних танках вимірюється за допомогою гідростатичного методу, що дозволяє використовувати прилади для вимірювання тиску або перепаду тисків. Гідростатичний метод вимірювання рівня застосовується для вимірювання рівня однорідних рідин у ємностях без істотного руху робочого середовища. Він дозволяє проводити вимірювання рівня в широкому діапазоні з досить високою точністю (до 0,1 %) при високому надлишковому тиску і температурі робочого середовища. Його основною перевагою є висока точність при відносній дешевизні і простоті конструкції вимірювальних елементів.

Для вимірювання рівня і об'єму рідини, кожний баластний танк плавучого доку (рис. 1) оснащується датчиком гідростатичного тиску (ДГТ) та датчиком температури (на рис. 1 не показаний).

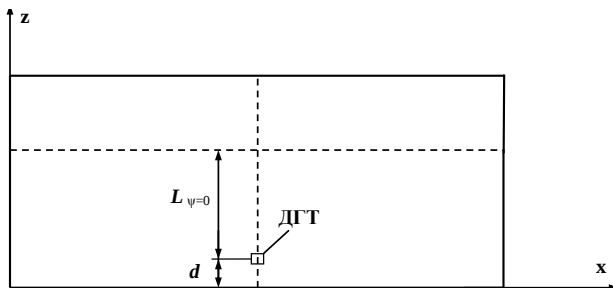


Рис. 1. Положення баластного танку при нульовому диференті плавучого доку ($\psi = 0$)

Відповідно до гідростатичного методу при нульовому значенні кута диференту ψ плавучого доку реальне значення рівня рідини у баластному танку L_r визначається за формулою:

$$L_r = L_{\psi=0} + d = \frac{P_{\psi=0}}{\rho_l g} + d, \quad (1)$$

де $L_{\psi=0}$ – значення рівня рідини, що вимірюється за допомогою ДГТ при нульовому значенні кута диференту плавдоку; $P_{\psi=0}$ – значення гідростатичного тиску рідини, виміряного за допомогою ДГТ при $\psi = 0$; ρ_l – густина робочої рідини; g – прискорення вільного падіння; d – відстань від днища баластного танку до ДГТ.

При цьому реальне значення об'єму рідини в баластному танку V_r обчислюється на основі формули

$$V_r = a \cdot b \cdot L_r = a \cdot b \cdot \left(\frac{P_{\psi=0}}{\rho_l g} + d \right), \quad (2)$$

де a – довжина танку; b – ширина танку.

Наявність певного ненульового значення кута диференту плавдоку ψ (рис. 2) суттєво впливає на точність вимірювання рівня та об'єму рідини в його баластних танках.

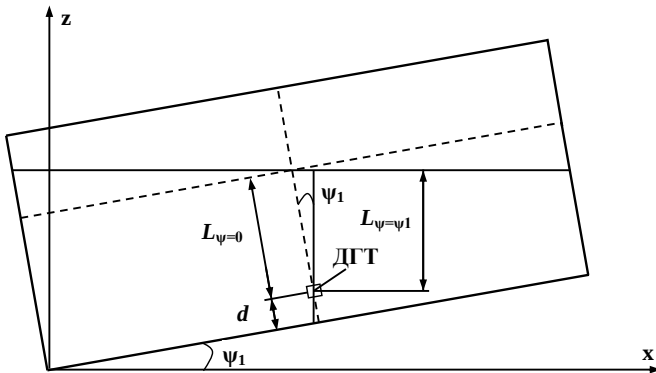


Рис. 2. Положення баластного танку при диференті $\psi = \psi_1$ плавучого доку

Значення рівня рідини $L_{\psi=\psi_1}$, що вимірюється за допомогою ДГТ при певному значенні кута диференту ψ_1 дещо відрізняється від значення $L_{\psi=0}$. В такому випадку реальне значення рівня рідини в баластному танку визначається за формулою:

$$L_r = \frac{L_{\psi=\psi_1}}{\cos \psi} + d = \frac{P_{\psi=\psi_1}}{\rho_l g \cdot \cos \psi} + d, \quad (3)$$

де $P_{\psi=\psi_1}$ – значення гідростатичного тиску рідини, виміряного за допомогою ДГТ при $\psi = \psi_1$.

Крім того, реальне значення об'єму рідини також необхідно розраховувати з урахуванням наявності ненульового значення кута диференту ψ за формулою:

$$V_r = a \cdot b \cdot \left(\frac{P_{\psi=\psi_1}}{\rho_l g \cdot \cos \psi} + d \right). \quad (4)$$

Отже, урахування наявності певних кутів диференту плавучого доку при вимірюванні значень рівня та об'єму рідини в його баластних танках у відповідності до співвідношень (3) та (4) дозволяє суттєво зменшити похибку вимірювання, що, у свою, чергу дає змогу значно підвищити точність керування доковими операціями щодо підйому чи спуску судна, із забезпеченням своєчасного баластування плавучого доку.

УДК 378.4:004.94

*Кондратенко Ю. П.,
Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В.*

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА НЕЧІТКІЙ ЛОГІЦІ ДЛЯ ВИБОРУ МОДЕЛІ КООПЕРАЦІЇ УНІВЕРСИТЕТІВ ТА ІТ-КОМПАНІЙ

У доповіді обговорюються питання створення і проектування ієрархічно-організованих систем підтримки прийняття рішень (СППР) на нечіткій логіці для підвищення ефективності кооперації університетів і ІТ-бізнесу за різними моделями, зокрема, при створенні та функціонуванні академічно-промислових консорціумів (АПК) типу «Університет – ІТ-компанія».

Науково-технічний потенціал професорів, викладачів, аспірантів і студентів, зосереджений у різноманітних вищих навчальних закладах України та інших країн, є фундаментальною основою і забезпечує досить широкі перспективи для впровадження власних наукових розробок (у вигляді новітніх теоретичних здобутків, винаходів, актуальних науково-дослідницьких проектів тощо) у виробництво, ІТ-індустрію та народне господарство в цілому. Разом із тим можливості створення конкурентоспроможних технологій світового рівня в галузі ІТ-інженерії можуть бути суттєво підсилені за рахунок підвищення рівня інтеграційної взаємодії між вищими навчальними закладами або їх провідними підрозділами (кафедрами) і виробничо-промисловими компаніями.

Останнім часом СППР перебувають у полі зору широкого кола фахівців, оскільки дозволяють істотно підвищити якість вибору ЛПР (людини, що приймає рішення) оптимального рішення з різнотипних альтернативних варіантів у складних або екстремальних ситуаціях. Для аналізу та формування альтернативних рішень у СППР використовуються різні теоретичні підходи, зокрема, інтелектуальний аналіз даних, імітаційне та нечітке моделювання, генетичні алгоритми, нейронні мережі, теорія прийняття рішень, теорія нечітких множин та нечітка логіка і т. д. Останнім часом використання нечіткої логіки в системах управління та СППР набуло значного поширення.

Попередні дослідження та аналіз успішного досвіду співпраці в рамках різнотипних консорціумів доводять, що на сьогодні розв'язання задачі оцінювання рівня співпраці університетів та ІТ-компаній передбачає вибір однієї з чотирьох ($m = 4$) сформованих альтернативних моделей, як альтернативних варіантів рішень $E_i, (i = 1...m)$, де варіанту рішень E_1 відповідає модель $A1$ (взаємодія між університетом та ІТ-компанією в організації освіти та навчання, обмін знаннями, цілеспрямована підготовка кадрів для ІТ-індустрії); варіанту E_2 – модель $A2$ (організація та підтримка процесів сертифікації результатів співпраці); варіанту E_3 – модель B (створення спільного центру наукових досліджень, розробка спільних наукових проєктів); варіанту E_4 – модель C (створення студентських наукових груп і незалежних компаній із бізнес орієнтацією та реалізацією стартапів). При цьому ефективність процесів вибору моделей співпраці суттєво залежить від обраних критеріїв $x_j, (j = 1, 2, ..., n)$, що характеризують кожного з партнерів відповідного майбутнього консорціуму типу «Університет – ІТ-компанія».

Розглянемо розроблену авторами СППР для вибору моделі ($m=4$) співпраці університетів та ІТ-компаній за попередньо запропонованими і визначеними критеріями ($n=27$). Досвід фахівців в галузі проектування спеціалізованих нечітких систем різного призначення показує, що при однорівневій структурній організації СППР у випадках великої розмірності вектора $X = \{x_j\}, j = 1, 2, ..., n$ вхідних координат (критеріїв) знижується чутливість їхніх баз нечітких правил до зміни значень вхідних координат $x_j, (j = 1, 2, ..., n)$. Це, в першу чергу, пов'язано зі складністю формування відповідних нечітких правил для реалізації всіх можливих залежностей між вхідними та вихідними параметрами системи $y_k = f(x_1, x_2, ..., x_{27}), k = 1...K$.

На рис. 1 наведено варіант запропонованої авторами ієрархічно-організованої структури СППР St_s для вибору найбільш раціональної

моделі співпраці E^* , ($E^* \in E, E = \{E_1, E_2, E_3, E_4\}$) університетів та ІТ-компаній, яку сформовано на основі декомпозиції вектору вхідних координат $X = \{x_j\}$, $j = 1, 2, \dots, 27$ з їх об'єднанням у наступну s-групову комбінацію:

$$X_s = \left\{ \begin{aligned} &\{x_1, x_2, x_3\}, \{x_4, x_5, x_6, x_7\}, \{x_8, x_9, \dots, x_{13}\}, \{x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}\}, \{x_{18}, x_{19}\}, \\ &\{x_{18}, x_{19}, \dots, x_{23}\}, \{x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}\} \end{aligned} \right\}.$$

При цьому відповідні підсистеми СППР, зокрема $\{FES_1, FES_2, \dots, FES_{10}, FES_{11}\}$ реалізують наступні функціональні залежності для s-ї альтернативної структури $St_s = \{y_1, y_2, \dots, y_{10}, y\}$ СППР:

$$St_s = \left\{ \begin{aligned} &y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3), y_2 = f_2(x_4, x_5, x_6, x_7), y_3 = f_3(x_8, \dots, x_{13}), y_4 = f_4(x_{14}, \dots, x_{17}), \\ &y_5 = f_5(x_{18}, x_{19}), y_6 = f_6(x_{18}, \dots, x_{23}), y_7 = f_7(x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}), y_8 = f_8(y_1, y_2), \\ &y_9 = f_9(y_3, y_4), y_{10} = f_{10}(y_5, y_6), y = f_{11}(y_7, y_8, y_9, y_{10}) \end{aligned} \right\}.$$

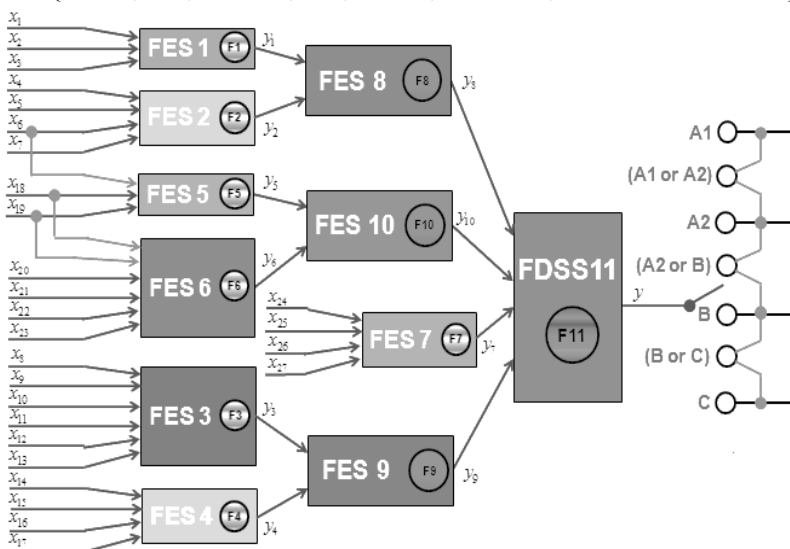


Рис. 1. Структура ієрархічної СППР на нечіткій логіці для вибору моделі співпраці в рамках консорціумів типу «Університет – ІТ-компанія»

Проведений аналіз програмних середовищ та мов програмування для проектування і синтезу ієрархічно-організованих нечітких СППР показує, що найбільш широковживаним та ефективним з точки зору

функціональних можливостей серед науковців та розробників є середовище MATLAB. Крім того, відповідне середовище володіє переліком додаткових модулів, які можуть використовуватися при моделюванні, тестуванні та налаштуванні нечітких ієрархічно-організованих СППР для різного класу задач. На рис. 2 представлено інтерфейс розробленої ієрархічно-організованої СППР (рис. 1) з вибору моделі співпраці в рамках АПК.

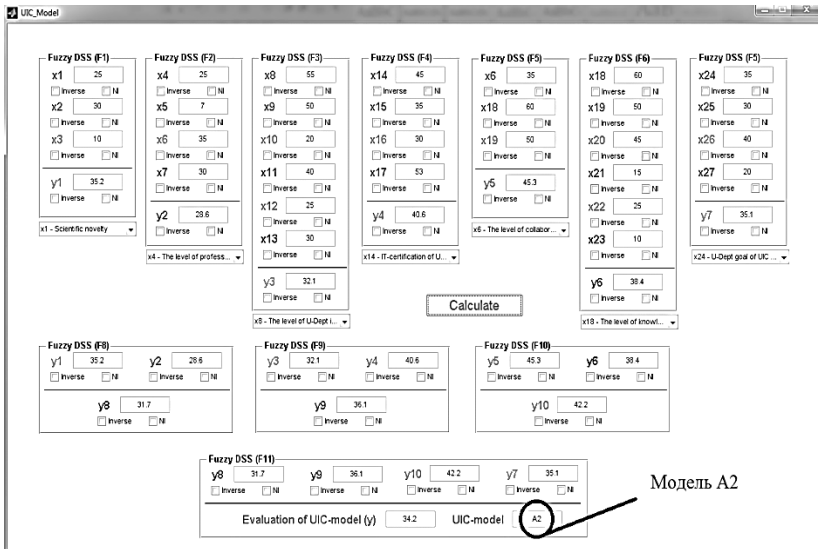


Рис. 2. Інтерфейс розробленої ієрархічно-організованої СППР для вибору моделі співпраці в рамках АПК

Авторами представлено теоретико-методологічний підхід до ієрархічної організації СППР для вибору моделі співпраці в рамках АПК з реалізацією процесів обробки нечіткої експертної інформації при застосуванні ЛТ з трикутними формами ФН.

У роботі також наведено результати розробки ієрархічно-організованої СППР, синтезованої на основі застосування нечіткої логіки, для підвищення ефективності процесів прийняття рішень при виборі найбільш раціональної моделі E^* партнерської співпраці в рамках консорціумів типу «Університет – ІТ-компанія». Проведений авторами аналіз прикладів успішної інноваційної співпраці академічних інституцій та ІТ-компаній підтверджує, що створення різних консорціумів типу «Університет – ІТ-компанія» для вирішення поточних і май-

бутніх проблем у сфері вищої освіти на основі взаємного досвіду роботи в галузі комп'ютерних наук та інтернет-комунікацій є перспективним напрямом у сфері підвищення ефективності системи вищої освіти. Цей консорціум створено для розробки і впровадження моделей співпраці між університетами та промисловістю (ІТ-компаніями) типу A1, A2, B і C у рамках проекту TEMPUS-CABRIOLET 544497-TEMPUS-1-2013-1-UK-TEMPUS-JPHES «Model-oriented approach and Intelligent Knowledge-Based System for Evolvable Academia-Industry Cooperation in Electronics and Computer Engineering» (2013–2016 pp.).

Апробація розробленої СППР доводить її високу ефективність, що підтверджено авторами як при розв'язанні практичних задач вибору моделі співпраці в рамках консорціумів типу «Університет – ІТ-компанія», так і при вирішенні різнотипних задач транспортної логістики, зокрема при виборі найкращої транспортної компанії з множини наявних альтернативних варіантів та ін.

УДК 629.12.03

Коробко О. В., Гелюс М. Ю.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГАРЯЧИМ ТЕПЛООБМІННИКОМ ТЕРМОАКУСТИЧНОГО ДВИГУНА

У доповіді обговорюється метод керування гарячим теплообмінником термоакустичного двигуна, який базується на системі імпульсно-фазового управління.

Термоакустичні апарати являють собою складні системи, принцип роботи яких базується на взаємних перетвореннях акустичної та теплової енергій. Наявність високоамплітудної акустичної хвилі $p \in [140; 180] \text{ dB}$ всередині резонатору ТАА зумовлює високу залежність ефективності термоакустичних апаратів від їх структурних особливостей. Більшість із цих факторів є прогнозованими та можуть бути враховані на етапі проектування термоакустичної установки базуючись на головних задачах її окремих складових.

Керовані регулятори напруги знайшли широке застосування в різних галузях науки і техніки. Вони застосовуються для генерації керуючих впливів при керуванні електричними двигунами, акустичними системами, а також у регулюванні температури нагрівачів різних інерційних систем: температури печей-опорів, освітленості за допомогою ламп розжарювання тощо.

Цю роботу присвячено розробці моделі керованого регулятора напруги гарячого теплообмінника термоакустичного двигуна на базі системи імпульсно-фазового управління (СІФУ). В якості керованого елемента в схемі використовується симістор ВТА24.

Система імпульсно-фазового управління формує для управління симістором прямокутні імпульси, фаза яких відносно силової напруги на симісторі змінюється пропорційно напрузі, що надходить на керуючий орган СІФУ. Керуючий орган СІФУ служить для обмеження мінімального і максимального кутів регулювання, а також для установки початкового кута регулювання, тобто формує регульовальну характеристику СІФУ $\alpha = f(U_{BX})$. В схемі також передбачено захист керуючого пристрою від перепадів напруги за допомогою оптичної розв'язки.

Керуючим пристроєм у системі виступає мікроконтролер MSP430 виробництва Texas Instrument. В якості сигналу зворотного зв'язку в системі імпульсно-фазового управління електричного нагрівального елемента використовується підсилений сигнал з термопари. Цей сигнал через підсилювач AD623 надходить до керуючого мікропроцесорного пристрою, який виробляє прямокутні імпульси сигналу управління СІФУ. Слід відмітити, що коефіцієнт посилення сигналу з термопари в розробленій системі дорівнює 100.

Розроблений керуючий алгоритм для мікропроцесорного керування гарячим нагрівачем (рис. 1). Алгоритм основної програми (рис. 1, а) виконує наступне. Спочатку виробляється настройка портів вводу-виводу і периферійних модулів мікроконтролера задіяних в алгоритмі управління термоакустичним нагрівачем. В основному робочому циклі виконується вимірювання рівня напруги від ПЛК, яке пропорційне куту управління α . Після отримання результату вимірювання кут потрібним чином масштабується для подальшого завантаження в регістри таймера. Для контролю роботи пристрою результат перетворення відсилається на ПК. Алгоритм зовнішнього переривання (рис. 1, б) дозволяє відслідковувати моменти переходу через нуль мережевої напруги. Зростаючий фронт сигналу змінює значення на виводі P1.1. По перериванню проводиться завантаження керуючого значення в лічильник таймера. Потім таймер запускається. Алгоритм переривання від таймера (рис. 1, в) формує сигнал для відкриття симістора. Висновок P1.0. встановлюється в стан логічної 1. Після цього таймер зупиняється.

Проведене авторами моделювання роботи окремих електричних складових системи імпульсно-фазового управління електричного нагрівального елемента підтверджує їх роботоспроможність, а тому в подальшому авторам доцільно розробити WEB-інтерфейс керуючого пристрою та провести зведене моделювання роботи системи.



Рис. 1. Керуючий алгоритм для мікропроцесорного керування гарячим нагрівачем

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

У рамках теорії прийняття рішень в умовах невизначеності задача вибору оптимальних рішень повинна бути формалізована на основі її подання за допомогою матриці корисності. Для побудови матриці корисності особи, яка приймає рішення (ОПР), необхідно визначити:

1) повну групу випадкових подій, що впливають на кінцевий економічний результат;

2) перелік аналізованих альтернативних рішень.

Річний прибуток P (до оподаткування) можна визначити за формулою:

$$P = P(q) = C_s D - C_r(q), \quad (1)$$

де $C_s D$ – виручка підприємства при реалізації річного обсягу виробленої продукції;

$C_r(q)$ – загальні річні витрати.

При цьому розглядається задача максимізації річного прибутку:

$$P(q) = C_s D - C_r(q) \rightarrow \max \text{ при } q > 0. \quad (2)$$

Для ряду підприємств задача оптимізації матиме ряд додаткових особливостей, зумовлених специфікою продукції. Ці особливості впливають як на параметри системи управління запасами, так і на економічні результати функціонування самих підприємств. Вид цільової функції у форматі зазначеної вище задачі оптимізації зміниться і буде відрізнятися від формули (2). Крім того, зміниться і формула для економічного розміру замовлення. Отримуємо наступний вираз:

$$Pr = Pr(q) = \left[C_s - C_s \left(\varepsilon_n + \Delta \varepsilon \frac{T}{2} \right) \right] D - \left(C_0 \frac{D}{q} + C_h \frac{q}{2} + C_n D \right) \quad (3)$$

ε_n – початкове значення норми природного убутку, %; $\Delta \varepsilon$ – зсування норми природного убутку за добу, %; D – річне споживання продукції; q – розмір замовлення (при розрахунку використовуємо модифікації EQQ); T – період зберігання продукції (дорівнює інтервалу часу між поставками), діб; C_h – собівартість зберігання одиниці продукції; C_n – собівартість виробництва одиниці продукції; C_s – ціна реалізації одного тарного місця на момент початку періоду T між поставками.

Перейдемо до другої особливості розглянутої задачі оптимізації, яка також зумовлена специфікою продукції. Використання нових видів пакувальних матеріалів призведе не тільки до зменшення втрат прибу-

тку через нереалізацію товару, а й до зміни собівартості продукції. В аналізованій моделі фактор обмеженості терміну придатності продукції можна врахувати наступним чином: введемо понижуючий коефіцієнт α для виручки. Тоді відповідна формула для прибутку буде мати вигляд:

$$\text{Pr}(q) = \alpha C_{s(mod)} D - C_r(q). \quad (4)$$

Відзначимо формальні параметри моделі управління запасами, які приймають в якості невизначених: річне споживання продукції D ; собівартість виробництва одиниці продукції C_n ; ціна реалізації одиниці продукції C_s ; понижуючий коефіцієнт виручки α .

При формалізації оптимізаційної моделі, щоб уникнути громіздких побудов для кожного з вказаних параметрів будемо враховувати тільки два сценарії (малюнок 1).

Таблиця 1

Чинники, які впливають на вибір сценарію прийняття рішень

Попит на продукцію за період		Собівартість одиниці продукції	
Низький	Високий	Низький	Високий
D_1	D_2	C_{n1}	C_{n2}
Ціна реалізації продукції 1 дистриб'ютором		Ціна реалізації продукції 2 дистриб'ютором	
Низький	Високий	Низький	Високий
$C_{s1}[D_1]$	$C_{s1}[D_2]$	$C_{s2}[D_1]$	$C_{s2}[D_1]$
Сприятливий результат формування прибутку (повернення продукції від дистриб'юторів практично відсутній)		Несприятливі умови формування прибутку (повернення продукції від дистриб'юторів значно впливає на дохід)	
α_{I+}	α_{II+}	α_{I+}	α_{II+}

Для визначення очікуваного прибутку використовуємо формулу представлену у вигляді:

$$P_r = \alpha D C_s - \alpha D C_s \varepsilon_n = \alpha C_s \Delta \varepsilon \frac{q}{2} - C_0 \frac{D}{q} - C_h \frac{q}{2} - C_n D \quad (5)$$

Стосовно співвідношення (5) відзначимо ряд важливих положень.

– параметри C_h і C_0 у формулі (5) для очікуваної річної P_r відомі в рамках моделі, тобто їх значення не залежать від того, який елемент матриці розглядається.

– параметр $\Delta \varepsilon$ буде визначений стосовно кожного аналізованого рішення, оскільки вибір ОПР увазі використанні або відмови від використання упаковки з багатошарових плівок.

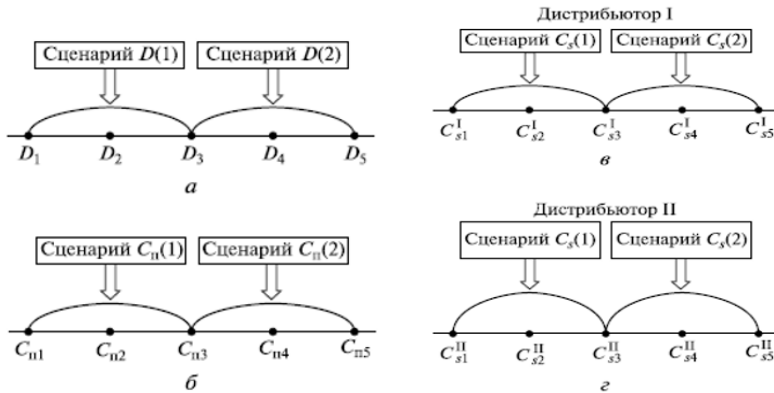


Рис. 1. Межі можливих змін річного споживання (а), собівартості виробництва одиниці проєкції (б), ціни її реалізації для першого (в) та другого (г) дистриб'юторів

До аналізу і вибору розв'язку використовували різні критерії прийняття рішень.

Результати моделювання запропонованих сценаріїв управління запасами в умовах невизначеності з врахуванням процесів природного убутку продукції підтверджують доцільність їх застосування для процедур прийняття рішень. Апробація моделі демонструє її ефективність, що підтверджено автором при розв'язанні задачі максимізації прибутку, зокрема при виборі оптимального розміру замовлення з врахуванням процесів природного убутку продукції з множини існуючих альтернативних варіантів.

УДК 004.89

Пузирьов С. В.

ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕКИ BOOST ДЛЯ МЕРЕЖЕВОГО ПРОГРАМУВАННЯ

У доповіді обговорюються засоби бібліотеки Boost, які можна використовувати для програмування мережових додатків мовою C++.

Існує два розповсюджених підходи для створення мережевого програмного забезпечення на C++ – використання системного API та високорівневних бібліотек.

Перший підхід вимагає знання тонкощів функціонування конкретного операційного середовища, у якому будуть виконуватися розроблювані додатки. Очевидним недоліком тут є неможливість написання кросс-платформених програмних додатків. Найбільш розповсюджені стандарти мережевого API системного рівня – POSIX та WinSock2. Додаткові труднощі виникають при проектуванні та розробці високонавантажених програмних додатків, у яких використовується багатопоточність зі своїм специфічним API.

Щодо другого підходу, то очевидною перевагою є – кроссплатформеність, масштабованість, можливість зосередитися на логіці створення програмного продукту без поглиблення у тонкощі функціонування операційної системи.

Для мови C++ існує небагато кроссплатформених бібліотек, які містять у собі мережеві компоненти. Це ACE, libevent, wxWidgets, Asio і, звичайно ж, Boost.

Boost – це комплекс бібліотек, які містять шаблони структур даних та алгоритмів для розв’язання більшості типових задач, які постають перед розробниками програмного забезпечення.

Мережева бібліотека Boost представлена компонентом Boost.Asio. Його центральним вузлом є клас `boost::asio::io_service`, який абстрагує системний рівень мережевого API.

Boost.Asio підтримує роботу як з IP-адресами за допомогою класів `boost::asio::ip::address` (v4/v6), так і з доменними іменами (класи `tcp::resolver`, `udp::resolver`) з простору імен `boost::asio::ip`.

Boost.Asio підтримує три типи сокетів – TCP (`ip::tcp::socket`), UDP (`ip::udp::socket`) та ICMP (`ip::icmp::socket`). Серверна частина протоколу TCP представлена класом `ip::tcp::acceptor`.

Також Boost.Asio підтримує роботу з послідовними портами за допомогою класу `boost::asio::serial_port`.

Класи `tcp::endpoint`, `udp::endpoint` з простору імен `boost::asio::ip` презентують точку підключення – комбінацію IP-адреси та порту.

Boost.Asio дозволяє створювати мережеві додатки як у синхронному варіанті (одна сесія на одне підключення), так і у асинхронному. Перший варіант зручний і наглядний, однак потребує великих ресурсів для створення, керування та синхронізації потоків. Другий орієнтований на події і є більш складним з точки зору програмування, однак не

потребує додаткових витрат ресурсів і є більш природнім для комп'ютерної мережі.

На рис. 1 представлено алгоритм створення синхронного клієнта (або серверу):

1. Програма ініціює об'єкт введення/виведення (як правило, сокет).
2. Сокет переводиться в пасивний режим (або підключається до серверу).
3. Сервер очікує вхідні підключення та обробляє їх, можливо в окремому потоці. Клієнт передає на сервер дані, та приймає відповіді.

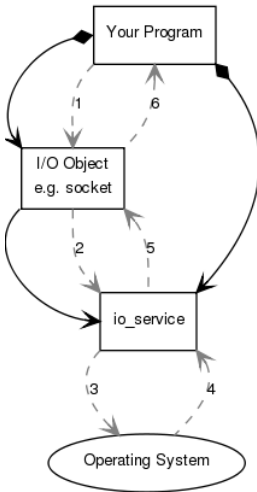


Рис. 1. Синхронна модель

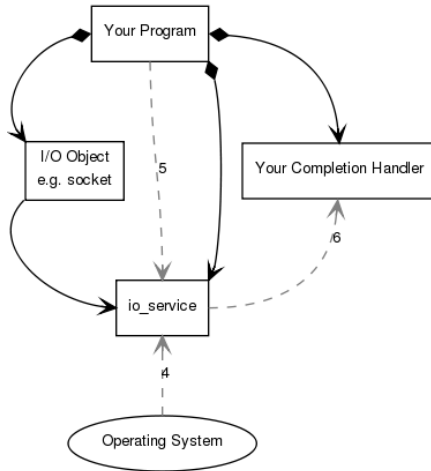


Рис. 2. Асинхронна модель

Алгоритм роботи асинхронного сервера або клієнта не потребує потоків (рис. 2).

1. Сервер (клієнт) ініціює об'єкт введення/виведення (як правило, сокет).
2. Сервер переводиться в режим очікування події підключення (клієнт асинхронно підключається до серверу).
3. Сервер приймає вхідні запити (клієнт надсилає запити).

Відмінність асинхронного підходу від синхронного полягає у тому, що після завершення кожної операції введення/виведення викликається відповідний обробник цієї події. Це може бути метод класу, регулярна функція тощо. І в цьому обробнику приймається подальше рішення – продовжувати чи ні передачу і прийом даних.

Усі вищеперелічені класи сокетів мають як синхронні, так і асинхронні функції введення/виведення (`connect/async_connect`,

accept/async_accept, read_some/async_read_some, write_some/async_write_some).

Ядро асинхронних операцій Boost.Asio використовує модель проактору (POSA2). Також підтримуються реакторна модель та overlapped-модель Windows.

У комбінації з компонентом Boost.Serialization Boost.Asio дозволяє передавати через мережу об'єкти різного ступеня складності, а також ієрархії об'єктів, що дозволяє створювати програмні додатки різного ступеня складності.

УДК 539.3

Пузирьов С. В.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРЯМОКУТНИХ ОРТОТРОПНИХ ПЛАСТИН ЗМІННОЇ У ДВОХ НАПРЯМАХ ТОВЩИНИ

Тонкі пластини є розповсюдженим конструктивним елементом багатьох будівельних та машинобудівних конструкцій. Застосування нових матеріалів (як правило, анізотропних) та складних поперечних профілів приводить до ускладнення розрахунків та моделювання динамічної поведінки пластини, оскільки у відповідні рівняння можуть входити члени з дуже малими коефіцієнтами.

У цій роботі розглядається комп'ютерне моделювання вільних коливань прямокутних ортотропних пластин змінної у двох напрямках товщини на основі методики сплайн-колокації. Рівняння вільних коливань таких пластин мають вигляд:

$$\begin{aligned} D_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial D_{11}}{\partial x} \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + 2(D_{12} + 2D_{66}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + 2 \frac{\partial(D_{12} + 2D_{66})}{\partial y} \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} + \\ + \left(\frac{\partial^2 D_{11}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 D_{12}}{\partial y^2} \right) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial(D_{12} + 2D_{66})}{\partial x} \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} + 4 \frac{\partial^2 D_{66}}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + D_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + \\ + 2 \frac{\partial D_{22}}{\partial y} \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \left(\frac{\partial^2 D_{12}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 D_{22}}{\partial y^2} \right) \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial \tau^2} = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Шукані переміщення представимо у вигляді:

$$w(x, y) = e^{j\omega_0 \tau} \sum_{i=0}^N w_i(x) \varphi_{3i}(y) \quad (2)$$

Підставляючи (2) в (1) і вимагаючи їх задоволення у заданих точках колокації [2], отримаємо систему звичайних лінійних диференціальних рівнянь 4-го порядку, яку можна записати у нормальній формі Коші:

$$\frac{d\bar{Y}}{dx} = A(x, \omega_0)\bar{Y} \quad (0 \leq x \leq a) \quad (3)$$

з граничними умовами виду:

$$B_1\bar{Y}(0) = \bar{0}, \quad B_2\bar{Y}(a) = \bar{0} \quad (4)$$

Така система рівнянь розв'язувалася методом дискретної ортогоналізації у поєднанні із методом покрокового пошуку. На основі цих результатів та (2) було отримано форми вільних коливань таких пластин. Виявлено зміщення амплітуд вільних коливань до областей з меншою жорсткістю (не обов'язково тонких).

УДК 519.234

Швед А. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРИ ЕКСПЕРТНИХ СВІДОЦТВ НА СТУПІНЬ КОНФЛІКТУ МІЖ НИМИ

При аналізі групових експертних оцінок ефективні результати можуть бути отримані при правильному виборі та застосуванні відповідних підходів до обробки експертної інформації. Такий вибір повинен враховувати різні форми незнання, під якими розуміють ситуації, коли необхідна інформація або відсутня, або її недостатньо, або вона представлена у невідповідній формі.

При цьому необхідно враховувати той факт, що в процесі експертного оцінювання отримані від експертів судження, висловлені на одній множині початкових даних, можуть взаємодіяти між собою різним чином.

Припустимо, що задана вихідна множина альтернатив $A = \{A_i \mid i = \overline{1, n}\}$ і група експертів $E = \{E_j \mid j = \overline{1, m}\}$. Експерт E_j може сформулювати систему підмножин $P_j = \{B_l \mid l = \overline{1, s}\}$, що відображає його індивідуальний вибір.

Сформовані на основі аналізу підмножини $B_l \subseteq A$ можуть взаємодіяти між собою різним чином, утворюючи при цьому наступні види структур:

1. Еквівалентні судження:

$$B_1 = B_2 = \dots = B_l = \dots = B_s.$$

2. Узгоджені судження:

$$B_1 \subset B_2 \subset \dots \subset B_l \subset \dots \subset B_s.$$

3. Сумісні судження:

$$B_1 \cap B_2 \cap \dots \cap B_l \cap \dots \cap B_s \neq \emptyset.$$

4. Довільні судження:

$$B_1 \cap B_2 \cap \dots \cap B_l \cap \dots \cap B_s = \emptyset, \text{ але } \exists C : B_i \cap B_j \neq \emptyset.$$

5. Несумісні судження:

$$\forall B_i, B_j \subseteq P : B_i \cap B_j = \emptyset.$$

Для визначення міри відмінності між групами експертних свідочств B_1 і B_2 використовуються різні метрики, зокрема міра Джоссельме:

$$d(m_1, m_2) = \sqrt{\frac{1}{2} (m_1 - m_2)^T \underline{D} (m_1 - m_2)},$$

де $m_i - 2^A$ – мірний вектор-стовпчик, елементами якого є основні маси ймовірності підмножин, сформованих на основі i -ої групи експертних свідочств; $(m_i)^T$ – транспонований вектор m_i (вектор-рядок); $\underline{D}$ – матриця розмірністю $2^A \times 2^A$, елементи якої визначаються таким чином:

$$D(B_i, B_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } B_i = B_j; \\ S(B_i, B_j), & \forall B_i, B_j \in A. \end{cases}$$

Функція $S(B_i, B_j)$ відповідає коефіцієнту Жаккарда.

У роботі розглянуто ряд прикладів, що ілюструють чутливість міри відмінності між виділеними групами експертних свідочств, яка характеризує ступінь конфлікту між ними, до їх структури.

ПІДСЕКЦІЯ: АСУ, CASE-засоби та програмна інженерія

УДК 004.4'22

Боровльова С. Ю.

FRAMEWORK QT

У доповіді обговорюються основні характеристики фрейворка Qt та причини, виходячи з яких доцільно його застосування в навчальному процесі.

Qt – багатоплатформовий інструментарій розробки ПО на мові програмування C++. Є також «прив'язки» до багатьох інших мов програмування: Python – PyQt, Ruby – QtRuby; Java – Qt Jambi; PHP – PHP – Qt та інші.

Qt дозволяє запускати написане з його допомогою ПО у більшості сучасних операційних систем шляхом простої компіляції програми для кожної ОС без зміни програмного коду. Містить у собі всі основні класи, які можуть знадобитися при розробці прикладного програмного забезпечення, починаючи від елементів графічного інтерфейсу и закінчуючи класами для роботи з мережею, базами даних і XML. Qt є повністю об'єктно орієнтованим, легко розширюваним і підтримуючим техніку компонентного програмування.

У сучасному програмуванні поняття Software і GUI (Graphical User Interface) нерозривно пов'язано один з одним. Бібліотеки для створення користувацького інтерфейсу застосовуються в багатьох операційних системах (ОС). Хоча Windows API (Application Programming Interface, інтерфейс програмування додатків) має все необхідне для створення графічного інтерфейсу користувача, використання цих доступних «інструментів» вимагає великих витрат часу й практичного досвіду. Навіть бібліотека MFC, покликана полегшити процес написання програм для ОС Windows, не дає простоти й легкості в процесі створення програм. Тому витрачають масу часу на реалізацію інтерфейсу користувача. Але найбільший недолік, пов'язаний із застосуванням цих бібліотек – це платформозалежність.

На відміну від Microsoft Visual Studio, яка використовується в нашому університеті при проведенні лабораторних занять з дисципліни ООП (при вивченні мови C++), Qt комплектується зручним візуальним середовищем розробки графічного інтерфейсу «Qt Designer», що дозволяє створювати діалоги й форми в режимі WYSIWYG (є аббревіатурою від англ. What You See Is What You Get, що бачиш, те й одержиш) –

властивість прикладних програм або веб-інтерфейсів, у яких зміст відображається в процесі редагування й виглядає максимально близько схожим на кінцеву продукцію.

Окрім того, в поставці Qt є «Qt Linguist» – утиліта, що дозволяє спростити локалізацію і переклад програми на багато мов; і «Qt Assistant» – довідкова система Qt, що спрощує роботу з документацією по бібліотеці, а також дозволяє створювати крос-платформну довідку для розроблювального на основі Qt ПО. У комплект Qt включене середовище розробки «Qt Creator», яке містить у собі редактор коду, довідку і можливість налагодження додатків. «Qt Creator» може використовувати GCC або Microsoft VC++ у якості компілятора.

Існують версії бібліотеки для Microsoft Windows, систем класу UNIX з графічною підсистемою X11, Android, iOS, Mac OS X, Microsoft Windows CE.

Висновок: використовуючи фрейворк Qt студенти мають можливість працювати не тільки під керуванням операційної системи Microsoft Windows, а і під ОС класу UNIX, розробляти не тільки desktop додатки та додатки для Windows Phone, а ще й додатки для інших популярних мобільних платформ.

УДК 004.4'22

Боровльова С. Ю.

ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ. VISUAL STUDIO – ІНСТРУМЕНТ РОЗРОБКИ ДОДАТКІВ ДЛЯ MICROSOFT AZURE

У доповіді обговорюються основні поняття хмарних технологій, архітектура, принципи й можливості хмарних обчислень на платформі Microsoft Azure та зв'язок вказаної платформи з Visual Studio.

Хмарні обчислення – це модель обчислень, заснована на динамічно масштабованих (scalable) віртуалізованих (virtual) ресурсах – даних, додатках, Web-Сайтах, віртуальних машинах, ОС і ін., – які доступні й використовуються як сервіси через Інтернет і реалізуються за допомогою потужних центрів обробки даних (data centers).

Є різні види хмар – загальнодоступні, приватні хмари, хмари співтовариств, гібридні хмари.

На сьогодні усі великі компанії (Microsoft, IBM, HP, Dell, Oracle і ін.) розробили свої системи хмарних обчислень. Є тенденція до інтеграції цих корпоративних систем у єдину доступну користувачеві «хмару» – InterCloud.

Усе більше число організацій починає використовувати хмарні обчислення у своїй діяльності, але багато й таких, яких зупиняє на цьому шляху невпевненість у безпеці використання таких технологій.

На сьогодні однією із найбільш популярних хмарних платформ є Microsoft Azure. Саме корпорація Майкрософт (як ніяка інша компанія в галузі) докладас зусиль для захисту та забезпеченню конфіденційності даних. Ця корпорація стала першим постачальником хмарних служб, визнаним органами із захисту даних в ЄС, завдяки дотриманню суворих вимог, які висуваються до конфіденційності даних у цьому регіоні. Корпорація Майкрософт також стала першим великим постачальником хмарних технологій, що прийняли новий міжнародний стандарт конфіденційності хмарних даних ISO 27018. Платформа Azure розроблена для обробки різноманітних робочих навантажень, від невеликих проєктів із розробки й тестування до запуску глобальних продуктів. Більш 57 % із 500 компаній списку Fortune довіряють Azure.

Переваги Microsoft Azure

Унікальність даного продукту Microsoft пояснюється цілим рядом переваг, які має ця хмарна платформа. Microsoft Azure – це:

- найширші можливості інструмента Microsoft Azure Web Sites для оперативного розгортання сайтів і додатків різного типу;
- Інструменти, що суттєво спрощують спільну розробку додатків – Remoteapp, Azure Backup, HPC і т. п.
- продумані бази даних MongoDB, керована реляційна БД Microsoft Azure SQL, MySQL, DocumentDB і т. д.;
- мобільні серверні системи;
- вбудоване автомасштабування й балансування навантажень;
- Remoteapp – розгортання додатків у хмарі і їх запуск на будь-яких пристроях;
- високоефективні віртуальні машини;
- потужна аналітика й машинне навчання;
- доступність і автокорегування в реальному часі.

Основним інструментом розробки хмарних сервісів Microsoft Azure є середовище Visual Studio. Середовище забезпечує створення хмарного проєкту, зборку хмарного сервісу й публікацію в хмарі. Щоб забезпечити можливість розробки в середовищі Visual Studio 2013 хмарних проєктів, потрібна додаткова інсталяція цілого комплексу інструментів – Microsoft Azure SDK 2.3. Після інсталяції Microsoft Azure SDK набір проєктів для мови C# доповнюється новим типом проєкту – Cloud (Microsoft Azure Cloud Service).

УДК 004.652.5

Горбань Г. В.

ПОШУК МОЖЛИВИХ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ У БАГАТОМІРНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАЦІЇ ЇХ ШАБЛОНІВ

У доповіді представлено дослідження, метою якого є удосконалення формалізованого апарату пошуку асоціативних правил у багатовимірних даних, представлених OLAP-кубами.

Міжвимірні асоціативні правила (inter-dimensional association rules) – це правила між атрибутами різних вимірів:

$$(A_I^x \in D_I) \wedge \dots \wedge (A_J^y \in D_J) \rightarrow A_K^z \in D_K,$$

де I, J, K – відповідні індекси вимірів, що входять в асоціативне правило; $I, J, K = 1 \dots n$; n – кількість вимірів в OLAP-кубі, D_I – i -вимір, x, y, z – відповідні індекси атрибутів вимірів, $x, y, z = 1 \dots m_i$; m_i – кількість атрибутів i -го виміру; A_I^x – відповідний атрибут I -го виміру.

Якщо, поставити знак імплікації між операндами в іншому місці, то будуть отримані абсолютно інші асоціативні правила, які навпаки можуть мати в антецеденті один операнд, а в консеквенті – декілька:

$$A_I^x \in D_I \rightarrow (A_J^y \in D_J) \wedge \dots \wedge (A_K^z \in D_K).$$

а при кількості вимірів більше за три, можна отримати і наступні асоціативні правила:

$$(A_I^x \in D_I) \wedge \dots \wedge (A_J^y \in D_J) \rightarrow (A_H^v \in D_H) \wedge \dots \wedge (A_K^z \in D_K),$$

у яких в обох складових асоціативного правила по декілька операндів.

Для полегшення розуміння процесу знаходження міжвимірних асоціативних правил доцільно представити так звані їх шаблони, які будуть відрізнятися від правил тим, що в них замість конкретного атрибуту певного виміру вказується тільки відповідний вимір, які у загальному вигляді можна записати наступним чином:

$$D_i \wedge \dots \wedge D_j \rightarrow D_k \wedge \dots \wedge D_l,$$

де $D_i, D_j, D_k, D_l \subset D$ – певні виміри з множини вимірів, $i, j, k, l = 1 \dots n$ – певні порядкові номери вимірів кубу, n – загальна кількість вимірів кубу.

Правила між двома вимірами:

$$D_1 \rightarrow D_2; D_2 \rightarrow D_1; D_1 \rightarrow D_3; D_3 \rightarrow D_1; D_2 \rightarrow D_3; D_3 \rightarrow D_2;$$

Правила між трьома вимірами у 3-вимірному кубі:

$$D_1 \wedge D_2 \rightarrow D_3; D_3 \rightarrow D_1 \wedge D_2; D_1 \wedge D_3 \rightarrow D_2; D_2 \rightarrow D_1 \wedge D_3; \\ D_2 \wedge D_3 \rightarrow D_1; D_1 \rightarrow D_2 \wedge D_3;$$

Чим більше кількість вимірів у кубі, тим складніше знайти всі можливі шаблони асоціативних правил між ними.

При постановці задачі знаходження частих предметних наборів у багатомірних даних можна виділити особливість: у OLAP-кубі можна знайти такі часті набори, які відносяться до абсолютно різних сукупностей. Це пов'язане з тим, що при розгляданні багатомірних даних оброблюються абсолютно різні виміри кубу, а потім і їх об'єднання.

У загальному випадку множиною всіх частих предметних наборів у кубі OLAP є множина S :

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n\},$$

де i – кількість елементів у предметному наборі, S_i – множина частих предметних наборів з кількістю елементів i , n – загальна кількість елементів у кубі.

У свою чергу, множини $S_1, \dots, S_n$ містять різні предметні набори за кожним з вимірів або сукупністю вимірів, якщо кількість елементів у наборі є більшою за один.

Тобто:

$$S_1 = \{s_1, s_2, \dots, s_n\},$$

де s_1 – множина частих одноелементних предметних наборів за першим виміром кубу, s_2 – за другим виміром, s_n – за n -им виміром.

У свою чергу, множину двоелементних предметних наборів можна представити в наступному вигляді:

$$S_2 = \{s_{12}, s_{13}, \dots, s_{mn}\},$$

де s_{12} – множина частих предметних наборів за сукупністю першого та другого вимірів, s_{13} – за сукупністю першого та третього вимірів, $m \neq n$.

Нехай k – кількість елементів у предметному наборі. Тоді у загальному випадку:

$$S_k = \bigcup_{i=1}^{C_n^k} \underbrace{\{s_{i_1, i_2, \dots, i_k}\}}_k.$$

Запропоновано підхід до побудови шаблонів міжвимірових асоціативних правил шляхом генерації всіх можливих сполучень вимірів у OLAP-кубі, за якими можна отримати можливі асоціативні правила, а також метод генерації частих предметних наборів у кубах OLAP, на основі яких можна згенерувати асоціативні правила, що відповідають отриманим шаблонам.

УДК 004.891; 004.942

РОЗРОБКА ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВІТРЯНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ СИСТЕМОЮ МОДЕЛЮВАННЯ GPSS

У зв'язку з енергетичною кризою пошук альтернативних джерел енергії, стає все більш необхідним. Найбільш популярними є вітряні електростанції (ВЕС), що складаються з вітрових електроустановок (ВЕУ) одного типу або різних типів. Для того, щоб бути в змозі аналізувати та керувати ситуації в їх роботі, потрібно мати адекватну модель ВЕС. У ряді робіт запропонована модель ВЕС, як системи масового обслуговування за допомогою мережі Петрі. Однак мережі Петрі має можливість розглянути тільки просту структуру системи в зв'язку з громіздким виглядом моделі. Для моделювання систем масового обслуговування міста зручніше користуватися системою моделювання GPSS, яка дозволяє розглядати складні структури в динамічних режимах, врахувати такі випадкові події, як відмови окремих вітрових електроустановок, приход незапланованих замовлень.

У роботі розроблена GPSS модель ВЕС, яка включає однотипні вітрові електроустановки підключені паралельно до споживача залежно від графіка навантаження споживача. У моделі враховані такі випадкові події, як приход незапланованих замовлень та відмови окремих вітрових електроустановок. Нижче наведений графік кількості підключених ВЕС залежно від часу, отриманий за допомогою моделі.



Рис. 1. Графік кількості підключених ВЕС у залежності від часу
УДК 004.7

Журавська І. М., Поліщук Д. В.

АНАЛІЗ ЗАГРОЗ У ПУБЛІЧНИХ БЕЗДРотовИХ МЕРЕЖАХ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ КОРИСТУВАЦЬКИХ ДАНИХ

У наш час постійна потреба в інформації та доступі до мережі Інтернет стала типовою рисою сучасної людини. Щодня мільйони користувачів у всьому світі користуються публічними Wi-Fi-хотспотами у кафе, ресторанах, парках, готелях, аеропортах тощо. Але у зв'язку з недосконалістю механізмів передачі даних у відкритих Wi-Fi-мережах, будь-яка інформація, що передається до Інтернету за допомогою таких хотспотів, може буди з легкістю перехоплена. Цим користується велика кількість зловмисників, що займаються подібними злочинами з метою отримання конфіденційних даних користувачів різних рівнів цінності (від особистих даних до комерційно важливої інформації або банківської таємниці).

У зв'язку з постійним зростанням кількості публічних Wi-Fi-мереж та їх користувачів, постає актуальним питання захисту користувацьких даних.

Згідно опитуванням компанії Avast!, станом на лютий 2015 року:

- 9 з 10 опитуваних людей користуються публічними бездротових мережами;
- 43 % з них роблять це декілька разів на тиждень;
- лише 6 % користувачів використовують способи захисту від перехоплення даних.

Виходячи з результатів, можна зробити висновки про те, що достатньо мала кількість людей взагалі проінформована про небезпеку користування публічними Wi-Fi-мережами.

Основна мета цієї роботи – дослідити потенційні ризики перехоплення інформації та методи захисту даних у публічних бездротових мережах, оцінити доцільність створення VPN-сервісу, орієнтованого на користувачів з України, а також представити власний сервіс, що дозволяє захистити користувача публічної Wi-Fi точки доступу.

Схему роботи VPN можна побачити на рис. 1.

Одним зі способів захисту від перехоплення даних у публічних Wi-Fi-мережах є використання VPN-тунелювання з шифруванням трафіку. Але, на жаль, на момент написання роботи, на ринку VPN-сервісів відсутні пропозиції, орієнтовані на українських користувачів за критеріями цінової політики, фізичного розташування VPN-серверів та зручності в налаштуванні. Тому в цій роботі пропонується рішення, що задовольнить перераховані вище критерії та дозволить користувачу

безпечно використовувати публічні мережі без затримок у швидкості з'єднання.

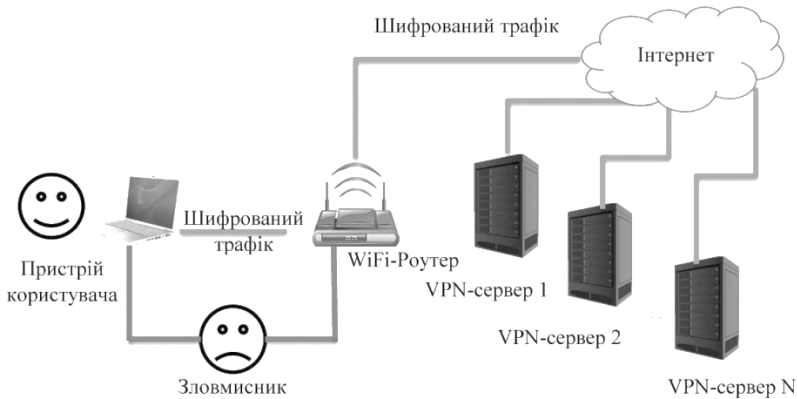


Рис. 1. Схема роботи VPN

Перспектива на подальший розвиток цього дослідження та впровадження методів захисту підтримується статистичними даними, що свідчать про постійний зріст кількості публічних бездротових мереж і, відповідно, зростання кількості атак на такі мережі.

УДК 004.7

Журавська І. М., Собко Д. А., Салтан Б. А.

АНАЛІЗ ЗАХИЩЕНОСТІ WI-FI ТА МЕХАНІЗМИ РОЗБУДОВИ БЕЗПЕЧНОЇ МЕРЕЖІ

У разі використання бездротових мереж практично не можна створити умови, за яких неможливо підключитися до такої мережі. Якщо зовні доступ до такої мережі можна обмежити за допомогою заходів щодо забезпечення загасання Wi-Fi-сигналу за периметром організації, то всередині периметра запобігти несанкціоноване підключення і визначити точку підключення такого користувача по суті неможливо, якщо бездротової клієнт тільки прослуховує трафік. Для підключення до бездротової мережі основною умовою є всього лише достатня потужність сигналу.

Тому Wi-Fi-мережі характеризуються набагато більш високим рівнем ризику з точки зору загрози порушення конфіденційності, цілісності та доступності інформації.

Найбільший рівень ризику мають Wi-Fi-мережі, побудовані на основі обладнання «з коробки» з конфігурацією за замовчуванням. Загрози, які базуються на таких конфігураціях, є найбільш поширеними. При цьому користувачі можуть перебувати в будь-якій точці зони покриття, а бездротові пристрої – бачити один одного.

Виходячи з цього, в роботі було поставлено за мету проаналізувати захист Wi-Fi-мереж для комутаційного обладнання різних виробників, знайти їх слабкі місця, створити програмне забезпечення (ПЗ), яке дозволить в автоматизованому режимі отримувати доступ до необхідної мережі, а також керувати обладнанням, на основі якого розгорнута така мережа.

Після цього були розглянуті можливі способи захисту обладнання від подібного роду втручання ззовні.

Згідно зі статистикою, до 2016 року очікується, що кожна четверта особа у світі буде мати як мінімум 2 пристрої, підключених до бездротового інтернету, причому 9 % з них будуть мати вже 3 і більше таких пристроїв.

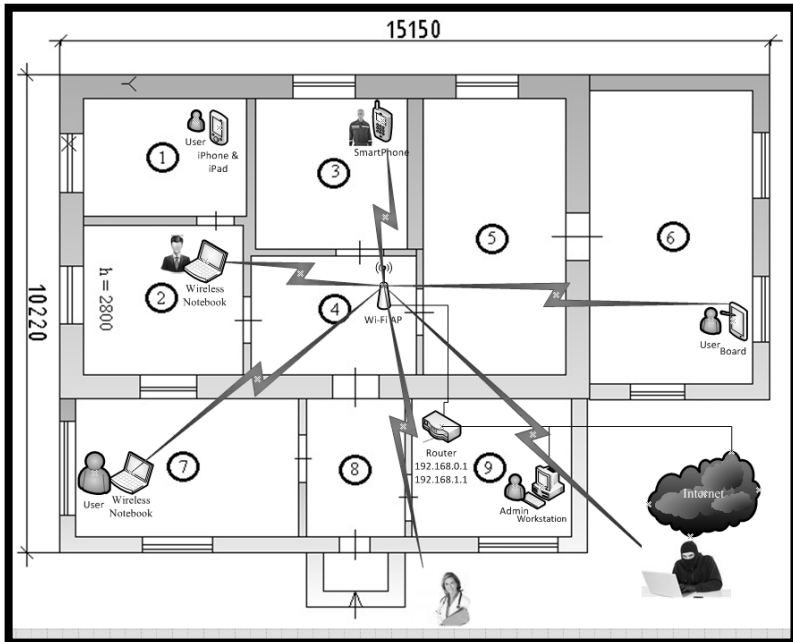
Основною метою роботи є моделювання поведінки зловмисника, який в нотації архетипів криптографічних протоколів іменується «Зіновієм» і прагне практично повністю контролювати чужу мережу та використовуючи змодельовані дані визначити методи, які були б спроможні нівелювати подібні загрози. Наближену схему змодельованої мережі можна побачити на рис. 1.

Розглянуто такі способи захисту, як автентифікація і шифрування, проаналізовано їх недоліки. Показано, що максимально успішними є атаки на некоректно сконфігуровані пристрої, пристрої зі слабкими ключами шифрування і недостатньо криптистичність паролів, а також пристрої, що використовують уразливі методи автентифікації.

Проаналізовано основні помилки користувачів Wi-Fi, які призводять до втрати конфіденційної інформації, збоїв у роботі мережевого обладнання та ін.

Розроблене ПЗ може бути корисним не тільки для аналізу ризиків у досліджуваній Wi-Fi-мережі, але і для служби технічної підтримки провайдерів, коли необхідно відновити забуті користувачами паролі.

Безпека мереж Wi-Fi заслуговує особливої уваги, оскільки мережі Wi-Fi є джерелом підвищеного ризику для здійснення НСД. У мережах Wi-Fi застосовуються комплексні методи захисту від НСД, але навіть вони не можуть повною мірою захистити мережу від всіх можливих загроз ззовні.



Legend		
Legend Subtitle		
Symbol	Count	Description
	1	ПК
	1	КПК
	6	Пользователь
	5	Канал связи
	1	Смарт-телефон
	1	Облако
	2	Ноутбук
	1	Планшетный компьютер
	1	Маршрутизатор
	1	Беспроводная точка доступа

Рис. 1. Змодельована Wi-Fi-мережа

УДК 004.67

Кулаковська І. В.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

На сьогодні існує ряд систем автоматизації управлінської та фінансово-господарської діяльності. Вони використовують різні підходи та різні методи. Представлені спеціальні модифікації традиційних критеріїв вибору, які дозволяють ефективно адаптувати найкращий вибір альтернативи для особи, яка приймає рішення. Розгляд усіх альтернатив є однією з найбільш трудомістких задач, тому можна зробити висновки про те що використання засобів обчислювальної техніки та інформаційних технологій обробки даних дозволить значно підвищити продуктивність та ефективність розрахункових операцій та надійність прийняття рішень.

Розв'язання задачі за допомогою комплексу програм спеціального призначення, який розроблений саме для розрахунку моделі управління запасами в умовах невизначеності з врахуванням процесів природного убутку продукції та аналізу за кількома класичними критеріями для вибору найкращої альтернативи. Менеджер (ОПР) вводить інформацію і отримує в оперативному порядку рекомендації.

У рамках теорії прийняття рішень в умовах невизначеності задача вибору оптимальних рішень повинна бути формалізована на основі її подання за допомогою матриці корисності. Для побудови матриці корисності особі, яка приймає рішення (ОПР), необхідно визначити:

- 1) повну групу випадкових подій, що впливають на кінцевий економічний результат;
- 2) перелік аналізованих альтернативних рішень.

Таблиця 1

Повна група подій

	Собівартість		Ціна реалізації		Питензії I до строків		Питензії II до строків	
	Низьке	Високе	Низька	Висока	Присутні	Відсутні	Присутні	Відсутні
Ω1	+		+			+		+
Ω2		+	+			+		+
Ω3	+			+		+		+
Ω4		+		+		+		+
Ω5	+		+		+			+
Ω6		+	+		+			+
Ω7	+			+	+			+
Ω8		+		+	+			+
Ω9	+		+			+	+	
Ω10		+	+			+	+	
Ω11	+			+		+	+	

Закінчення табл. 1

Ω12		+		+		+	+	
Ω13	+		+		+		+	
Ω14		+	+		+		+	
Ω15	+			+	+		+	
Ω16		+		+	+		+	

Таблиця 2

Альтернативні рішення

X1.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D2, причому він припускає відмовитись від використання захисної упаковки і весь обсяг продукції реалізовувати тільки першому дистриб'ютору
X2.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D2, причому він припускає відмовитись від використання захисної упаковки і весь обсяг продукції реалізовувати тільки другому дистриб'ютору
X3.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D2, причому він припускає відмовитись від використання захисної упаковки і весь обсяг продукції реалізовувати рівними частками як I, так і II дистриб'ютору
X4.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D2, причому він припускає використовувати захисну упаковку і весь обсяг продукції реалізовувати тільки першому дистриб'ютору
X5.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D2, причому він припускає використовувати захисну упаковку і весь обсяг продукції реалізовувати тільки другому дистриб'ютору
X6.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D2, причому він припускає використовувати захисну упаковку і весь обсяг продукції реалізовувати рівними частками як I, так і II дистриб'ютору
X7.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D4, причому він припускає відмовитись від використання захисної упаковки і весь обсяг продукції реалізовувати тільки першому дистриб'ютору
X8.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D4, причому він припускає відмовитись від використання захисної упаковки і весь обсяг продукції реалізовувати тільки другому дистриб'ютору
X9.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D4, причому він припускає відмовитись від використання захисної упаковки і весь обсяг продукції реалізовувати рівними частками як I, так і II дистриб'ютору
X10.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D4, причому він припускає використовувати захисну упаковку і весь обсяг продукції реалізовувати тільки першому дистриб'ютору
X11.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D4, причому він припускає використовувати захисну упаковку і весь обсяг продукції реалізовувати тільки другому дистриб'ютору
X12.	У рамках даного рішення ОПР орієнтується на передбачуване річне споживання D4, причому він припускає використовувати захисну упаковку і весь обсяг продукції реалізовувати рівними частками як I, так і II дистриб'ютору

Для знаходження оптимального рішення в умовах невизначеності потрібно формалізувати перелік аналізованих альтернативних рішень. Відповідні альтернативні рішення задаються ОПР. У рамках підвищення ефективності цієї моделі конкретне рішення для ОПР має передбачати: ► вибір дистриб'ютора; ► вибір розміру заказу; ► використання чи відмова від використання упаковки з багатошарових плівок.

Таблиця 3

Вхідні данні моделі

Параметр	Позначення	Значення				
		низьке		середнє		високе
Річне споживання, шт	D	27000	32000	37000	42000	47000
Витрати на зберігання	Ch	4,97				
Витрати на оформлення поставки	Co	12				
Собівартість одиниці продукції	Cn	18,8	19,79	20,78	21,77	22,76
вартість упаковки	dCn уп	0,857				
витрати на упаковку в % ціни	dCs уп	0,03				
Ціна реалізації I дистриб'ютору	CsI	21,97	23,75	25,53	27,31	29,09
Ціна реалізації II дистриб'ютору	CsII	25,24	27	28,76	30,52	32,28

Інтерфейс розробленої системи

Вхідні значення для розрахунку

EXIT

D2 32000 a1p100 0.98

D4 42000 a1p100p 1.0

Ch 4.97 a1p100p 0.94

Co 12 a1p100p 0.96

Cn 19.79 a1p100 0.95

dCn 21.77 a1p100p 1.0

dCs 0.857 a1p100p 0.95

CsI 23.75 a1p100p 0.9

CsII 27.31 Eп 0.002

CsIII 27.00 Eпp 0.001

CsIII 30.52 dE 0.0365

dEп 0.0193

Розрахунок

Рис. 1. Вікно з вхідними значеннями

Рис. 2. Етап визначення розміру замовлення

Рис. 3. Вхідні дані для застосування критеріїв

– 85 –

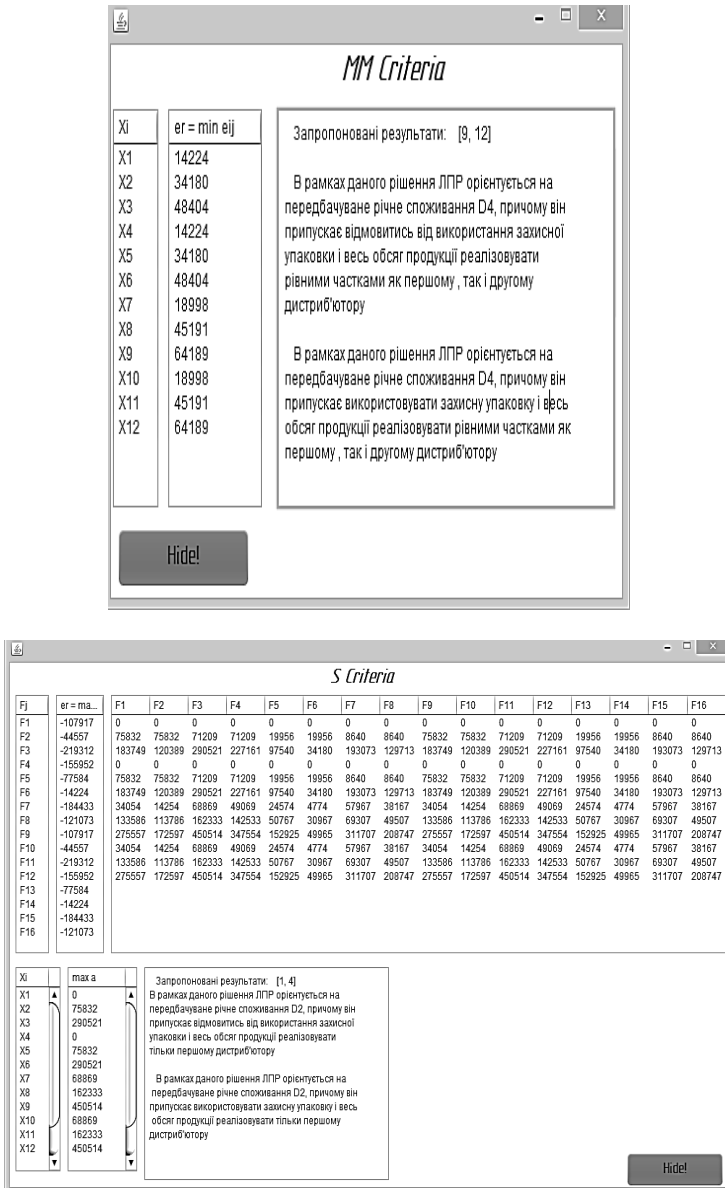


Рис. 4. Приклади обчислення критеріїв та рекомендації ОНР

Щоб пересвідчитись у правильності прийнятого рішення не достатньо використати лише один критерій максимальності прибутку, треба для точності зробити порівняння з іншими класичними критеріями теорії прийняття рішень. Використовувались критерії: мінімак-ний (ММ) критерій, критерій Байєса-Лапласа (BL), критерій Севіджа (S), критерій Гурвіца (HW), критерій Ходжа-Лемана (HL), критерій Гермесера (G), та критерій добутків(П). На базі результуючої таблиці можна зробити висновок про коректність вибраного рішення. У результаті виконання роботи було знайдені альтернативні рішення, які дозволяють обирати сценарій за яким максимальний прибуток найбільший. Це сценарії 9 та 12 (1, 4 для мінімізації втрат).

Результати реалізації запропонованих методів обробки інформації при розв'язанні багатокритерійних задач прийняття рішень підтверджують ефективність та доцільність їх застосування, зокрема при виборі сценарію моделі управління запасами в умовах невизначеності з урахуванням процесів природного убутку продукції з множини наявних альтернативних варіантів.

УДК 004.62

Солобута Л. В.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ

Проблема оптимізації процесу перевірки знань безпосередньо зв'язана з підвищенням якості підготовки фахівців у вищих навчальних засобах. Результат залежить, значною мірою, від того, наскільки продуманими будуть питання тесту, а також, чи буде оптимальною кількість питань, тому задача створення тесту повинна складатися не тільки з формування тестових питань, а й з визначенням довжини тесту.

Якщо розглянути навчальний процес з точки зору теорії інформації, то втрата інформації у зв'язці «викладач-студент» відбувається на етапі «студент» через неякісну підготовку останнього. Викладач передає визначену кількість інформації студенту, а потім студент, відповідаючи на питання тесту, передає засвоєну частину інформації викладачу. За результатами тестування видно, яка частина інформації була засвоєна. Різниця між кількістю інформації, що була передана студенту і кількістю інформації, що була передана викладачу за результатами тесту – втрати при передачі інформації. Отже, студент виступає в якості каналу інформації, в якому присутні втрати.

Виходячи з цього, можна застосувати положення теорії інформації к процесу тестування.

Дійсний рівень знань при тестуванні визначається з будь-якою ймовірністю, що у свою чергу, залежить від якісних характеристик тесту. Оскільки тест має визначену довжину, то результуюча оцінка є випадковою величиною, що визначається ймовірнісними характеристиками.

При формуванні тесту, слід мати на увазі наступне (виходячи з положень теорії ймовірності): якщо питання тесту не зв'язані між собою, то ймовірність вірної оцінки знань для кожного з питань дорівнює добутку ймовірностей, що в результаті, зменшує загальну ймовірність $P(XY)$. Якщо питання тесту зв'язані між собою та з попереднім матеріалом, то ймовірність отримання вірної оцінки буде визначатися формулою:

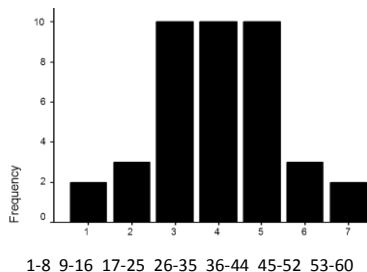
$$PXY = P(X) + P(Y) - P(XY).$$

З цього витікає: якщо побудувати тест таким чином, щоб питання тесту були засновані на знанні попереднього матеріалу, підвищується ймовірність вірної оцінки знань.

При формуванні тесту важливим моментом є визначення довжини тесту. Якщо взяти за основу тест, що складається з 30 питань, з яких на 20 було отримано вірні відповіді та отримано 66 балів за 100-бальною оцінкою, то ймовірність розподілення вірних відповідей вздовж шкали оцінок може бути як нормальною (рис. 1), так і асиметричною, що негативно впливає на точність результату.

NORMAL60		
N	Valid	40
	Missing	0
Mean		4,00
Std. Error of Mean		,226
Median		4,00
Mode		3 ^a
Std. Deviation		1,432
Variance		2,051
Skewness		,000
Std. Error of Skewness		,374
Kurtosis		-,118
Std. Error of Kurtosis		,733

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown



a)

b)

Рис. 1. Характеристики нормального розподілення точних відповідей тесту із 60 питань: а) статистичні характеристики; б) графік розподілення

Тести з нормальним розподіленням правильних відповідей забезпечують максимально значущий статистичний результат, проте реальний тест не забезпечить такого розподілення, але при збільшенні кількості питань більш 100, будь-який тест може мати нормальне розподілення відповідей.

Підвищена увага до тестів з нормальним розподіленням вірних відповідей пояснюється тим, що в результаті отримується максимально значущий результат $\text{Sig. (2-tailed)} = 1,000$ та в наявності відсутність помилки ($t = 0,000$) у припущенні, що результатам такого тесту можна довіряти (рис. 2).

One-Sample Test

	Test Value = 4				
	t	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	90% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
BALL60	,000	1,000	,00	-,57	,57

Рис. 2. Результат дослідження тесту із 60 питань с нормально розподіленими вірними відповідями за допомогою Т-тесту однієї вибірки

У результаті дослідження тестів 120, 150, 180, 210 та 240 питань були виявлені залежності точності оцінювання знань студентів (з різним ступенем надійності: 90 %, 95 %, 99 %) від довжини тесту.

Висновок: при використанні тесту довжиною 180 питань помилка визначення отриманих знань при 90 % надійності станове 1,6 % від загальної кількості вірних відповідей. Подальше збільшення довжини тесту дає незначне збільшення точності результату.

УДК 004.45(076.5)

Старченко В. В.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ПРИ ПАРАЛЕЛЬНОМУ ПРОГРАМУВАННІ НА МОВІ JAVA

Актуальність роботи обумовлена необхідністю дослідження нових синтаксичних конструкцій, які введені до восьмої версії мови програмування Java (JDK 1.8.0 та вище).

Метою роботи є відбір методів чисельного обрахунку, розпаралелювання яких із використанням функціонального підходу та нових

синтаксичних конструкцій мови програмування Java зумовлює максимальне прискорення обчислень.

Об'єктом дослідження є функціональна декомпозиція обчислювального методу Монте-карло, застосованого на прикладі обрахунку числа π .

Новизна виконаної роботи полягає у формалізації типової програмної архітектури, побудованої на базі паралельного каналу передачі даних, що складається з генератора початкових векторів, фільтра та приймача даних.

За результатами виконання роботи було побудовано функцію передачі виду:

$$Z(n) = s(ff(p(m(g(n))))),$$

де s – функція – акумулятор відфільтрованих даних;

f – функція – фільтр результатів випробувань;

p – функція розпаралелювання потоків даних (маршрутизатор);

m – функція – обмежувач простору пошуку;

g – функція – генератор тестових векторів;

n – кількість випробувань,

та розроблене тестове програмне забезпечення для практичної перевірки її ефективності.

За результатами аналізу тестів програмного забезпечення було отримано середній коефіцієнт прискорення порівняно з послідовним алгоритмом $K = 26$, та досягнута середня ефективність використання процесорів обчислювальної системи $E = 84 \%$.

УДК 004.62

Фісун М. Т., Горшеньова К. Ю.

СХЕМА ГЕНЕРАЦІЇ СЦЕНАРІЇВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРЕДМЕТНО-ОРІЄНТОВАНИХ МОВ МОДЕЛЮВАННЯ

Створення проблемно-орієнтованої мови (ПОМ) опису поведінки (моделі роботи) динамічного об'єкту є ефективним інструментарієм проведення сценарного аналізу, оскільки дозволяє більш свідомо здійснювати його планування, тому що фахівцю предметної сфери надається можливість «направляти» сценарний аналіз на моделювання тих характеристик динамічного об'єкта, що представляють інтерес. Другим аргументом побудови ПОМ є те, що звичайні фахівці динамічного об'єкта важко користуватися універсальними засобами моделювання. Для цього необхідно розробити відповідну ПОМ, керуючись

загальними принципами їх побудови. У попередніх роботах таку мову було створено для моделювання вітрової електричної станції (ВЕС), що складаються з кількох вітрових електричних станцій (ВЕУ). Наведемо приклад запису фрагмента сценарію цією мовою.

Сценарій 12: ВЕУ 2, кількість напрацьованих годин > 200, перейти у режим P5; швидкість вітру = 9, розрахувати критерій K15; критерій K15 < 20, розрахувати склад ВЕС за алгоритмом A4 кінець

Більш складним питанням є побудова моделі роботи ВЕС. Для оцінки характеристик роботи окремих ВЕУ і ВЕС в цілому при заданих параметрах звичайно застосовують відповідні методики електро-технічних розрахунків. Але у зв'язку з природною невизначеністю деяких параметрів роботи ВЕУ і ВЕС треба мати і відповідні ймовірнісні моделі. Математичним апаратом для таких моделей є методи імітаційного моделювання. Такі моделі можна запрограмувати як універсальними мовами програмування, так і спеціальними універсальними мовами моделювання. При першому підході кожного разу при іншій предметній сфері треба бути розробляти унікальний компілятор, тому такий підхід має обмежене застосування. Другий підхід здається більш придатним для створення інформаційних технологій сценарного аналізу поведінки динамічних об'єктів взагалі і ВЕС зокрема. Оскільки існують загальні принципи побудови предметно-орієнтованих мов сценарного аналізу, то можна побудувати «каркасні» моделі універсальною мовою моделювання, зокрема найбільш розповсюдженою мовою GPSS. На сьогодні за участю авторів розроблено два види моделей: на основі мережі Петрі та простої системи масового обслуговування. Планується розробити ще низку моделей «універсальною» мовою моделювання GPSS. Маючи прообрази моделей на GPSS не дуже складно розробити компілятор із предметно-орієнтованої мови моделювання на мову GPSS. При цьому можна використати один із двох підходів:

- розробка власного компілятора, використовуючи відомі підходи й алгоритми. Оскільки ПОМ є у синтаксичному плані більш простою мовою порівняно з універсальними мовами програмування, то її граматику може задовольнити вимогам до граматики класу LL(1), тому можна застосувати методи предикативного синтаксичного аналізу та синтаксично-орієнтованої компіляції;

- використання спеціальних програмних інструментальних засобів генерації побудови синтаксичних аналізаторів типу YACC, BISON, ANTLR, ATParser.

Після моделювання на GPSS результати заносяться до бази сценаріїв та одночасно може формуватися та/або поповнюватися база

знань. Результати моделювання (сценарію) аналізуються спеціальною програмою, результати роботи якої надходять до системи підтримки прийняття рішень, яка на основі аналітичної інформації та бази знань формує висновки та рекомендації щодо вибору найбільш раціональних сценаріїв. Для оцінки сценаріїв можуть бути залучені експерти, тому в СППР мають бути реалізовані сучасні методи експертного оцінювання.

Схема роботи системи генерації та аналізу сценаріїв розвитку подій складного технічного об'єкту зображено на Рис. 1.

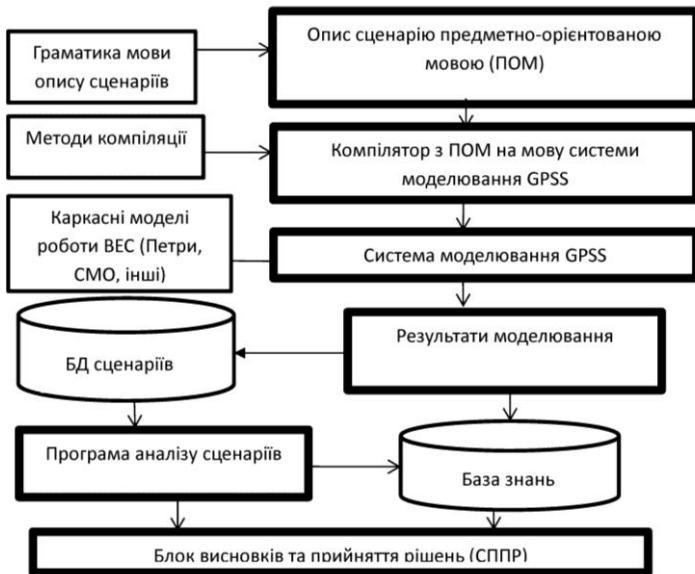


Рис. 1. Схема роботи системи генерації сценаріїв розвитку подій складного технічного об'єкту

Отже, запропоновано схему інформаційної технології генерації сценаріїв розвитку процесів у складних системах на основі інтеграції предметно-орієнтованої та універсальної мови моделювання. На сьогодні розроблено предметно-орієнтовану мову опису сценаріїв роботи вітрової електричної станції, певну частину компілятора програм на ПОМ в універсальну мову моделювання GPSS та дві каркасні моделі роботи ВЕС.

УДК 623.421.2 (075.8)

Клименко Л. П., Дихта Л. М., Андрєєв В. І.

ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ МЕХАНІЧНОГО ЗНОСУ ГЛАДКОКАНАЛЬНИХ АРТСТВОЛІВ

Характеристика проблеми. Як відомо [1], намагання підвищити потужність, далекобійність та скорострільність артилерійських гармат пов'язано з труднощами в забезпеченні їх експлуатаційних характеристик, і в першу чергу, необхідної живучості ствола. При цьому під живучістю розуміється властивість ствола забезпечувати необхідні балістичні якості гармати в процесі його вогневої експлуатації. Кількісно живучість визначається числом пострілів, що викликають такий знос ствола (незворотні зміни його поверхні, зумовлені впливом пострілу, тобто зміна розмірів і форми каналу, шорсткості його поверхні, утворення сітки тріщин, хімічні та структурні перетворення в матеріалі і т. д.), при якому гармата перестає забезпечувати вирішення властивих бойових завдань із необхідною ефективністю. Отже, перешкодою на шляху вдосконалення ствольного комплексу стає низька живучість ствола, а питання його зносу і живучості переростають у проблему, від вирішення якої залежить прогрес у розвитку ствольної артилерії.

Аналіз досліджень і публікацій. Уперше питання про знос і живучість було розглянуто Д. К. Черновим на початку ХХ ст., причому створена ним якісна теорія зносу каналу ствола зберегла свою цінність і на сьогодні. Подальші дослідження свого часу були виконані як зарубіжними (Шарбоньє, Юстров, Габо, Лінт і ін.), так і радянськими вченими (А. Ф. Головін, В. Н. Константинов, В. Є. Слухоцький та ін.). У результаті вчені підійшли до створення фізично обґрунтованої, математично строгої і універсальної теорії зносу і живучості артстволів середнього та великого калібру, яка дозволяє ставити на порядок денний питання про наближене розрахункове визначення та прогнозування зносу і живучості згаданих артстволів.

Мета даної роботи полягає в розробці наближеного теоретико-експериментального методу розрахунку та прогнозування механічного зносу гладкоканалних артстволів у процесі їх вогневої експлуатації і належного виконання бойових завдань.

Основний матеріал. Механічне зношення стволів різних типів гармат визначається незворотними змінами їх поверхні, зумовленими впливом пострілу, який є швидкоплинним процесом [1; 2], що триває

декілька десятків мілісекунд і характеризується високими значеннями параметрів: тиску (300...400 Мпа), температури (2500...4000 К), швидкості (порядку 1000 м/с) та прискорення (1500 м/с²) снаряду при його рухові в межах каналу ствола. Звідси випливає, що визначення характеристик механічного зносу стволів має проводитись чисельними методами при залученні сучасної обчислювальної техніки і включати три обов'язкові етапи: 1) розрахунок температурного поля ствола; 2) визначення характеристик зношування каналу; 3) визначення зміни внутрішньобалістичних параметрів пострілу. При цьому найбільш трудомістким є перший етап, який після прийняття низки спрощуючи припущень зводиться до розв'язку одновимірної нестационарної крайової задачі теорії теплопровідності; другий етап ґрунтується на узагальненні оригінальної методики визначення параметрів зносостійкості циліндрів ДВЗ, розробленої на основі результатів спеціально проведеного унікального експерименту [3].

Висновки. 1. Розроблено простий та ефективний спосіб наближеного розрахунку (при залученні ЕОМ) та прогнозування механічного зносу гладкоканалних артстволів, який у межах прийнятих припущень не суперечить сучасним уявленням про знос та живучість стволів. 2. Запропонований метод може слугувати відправним пунктом для подальшого розвитку та уточнення результатів зносу, що стосуються інших конструктивних типів стволів.

Література. 1. Дерев'янчук А. Й. Основи будови артилерійських гармат та боеприпасів: підручник. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 716 с. 2. Дерев'янчук А. Й. Артилерійські гармати : у 5 ч. Частина 1. Стволи і затвори : [навч. посіб.] / А. Й. Дерев'янчук, А. В. Гурнович. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 193 с. 3. Клименко Л. П. Повышение долговечности цилиндров ДВС на основе принципов переменной износостойкости. – Николаев : Изд-во НФ НаУКМА, 2001. – 294 с.

УДК 514.18:519.63

Хомченко А. Н.

НЕМАТРИЧНИЙ МЕТОД КОНСТРУЮВАННЯ ПОЛІНОМІВ КУНСА 5-ГО ПОРЯДКУ

Зазвичай поліноми Кунса 5-го порядку будують на канонічному відрізку [0; 1], виходячи із загального вигляду:

$$F(x) = \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 x^3 + \alpha_5 x^4 + \alpha_6 x^5. \quad (1)$$

Шість коефіцієнтів α_j поліному (1) визначають за допомогою граничних умов (по три умови на кожному кінці відрізка). Зрозуміло, що при цьому треба скласти і розв'язати СЛАР з матрицею 6×6 .

Неважко встановити, що похідна третього порядку полінома Кунса з точністю до сталого множника співпадає на $[0; 1]$ з класичним поліномом Бернуллі 2-го порядку. Це дозволяє замість складання і розв'язування СЛАР 6×6 конструювати поліном Кунса 5-го порядку шляхом послідовного інтегрування звичайного диференціального рівняння 3-го порядку із спеціальною правою частиною. В цій процедурі використовуються лише три додаткові умови для визначення констант інтегрування.

Як відомо, інтерполяційні поліноми Кунса складають симетричну пару, а інтерполяційна гіпотеза має вигляд:

$$F_0(0) = 1, F'_0(0) = 0, F''_0(0) = 0; F_0(1) = 0, F'_0(1) = 0, F''_0(1) = 0;$$

$$F_1(0) = 0, F'_1(0) = 0, F''_1(0) = 0; F_1(1) = 1, F'_1(1) = 0, F''_1(1) = 0.$$

Запишемо симетричну пару поліномів Кунса для канонічного відрізка $[0; 1]$:

$$F_0(x) = 1 - 6x^5 + 15x^4 - 10x^3,$$

$$F_1(x) = 6x^5 - 15x^4 + 10x^3.$$

На канонічному інтервалі $[-1; 1]$ ця задача розв'язується послідовним інтегруванням класичного поліному Лежандра 2-го порядку. Інтерполяційна гіпотеза зберігається. Відповідні поліноми Кунса мають вигляд:

$$F_{-1}(x) = \frac{1}{2} - \frac{3}{16}x^5 + \frac{5}{8}x^3 - \frac{15}{16}x, \quad F_1(x) = \frac{1}{2} + \frac{3}{16}x^5 - \frac{5}{8}x^3 + \frac{15}{16}x.$$

УДК 517.958

Воробйова А. І., Савицька В. П.

ТОЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ РІВНЯННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

Задачу класифікації реалізацій алгебр Лі векторними полями вперше розглянув Софус Лі. Він виконав класифікацію всіх можливих груп Лі точкових перетворень, що діють у двовимірному комплексному або дійсному просторі без фіксованих точок (1880, 1893), яка еквівалентна класифікації всіх можливих реалізацій алгебр Лі в класі векторних полів у двовимірному комплексному (дійсному) просторі. Цю класи-

фікацію ефективно використано ним для групової класифікації звичайних диференціальних рівнянь.

Дослідженню реалізацій алгебр Лі груп Галілея, Пуанкаре, Евкліда та їх застосувань до групового аналізу диференціальних рівнянь приділено значну увагу у роботах В. І. Фушича, Р. З. Жданова, В. І. Лагна, І. А. Єгорченко, П. Олвера, П. Ліча, а також у роботах П. Вінтерніца зі співавторами. Не зважаючи на важливість застосувань, проблему повного опису реалізацій нерозв'язано навіть у випадку алгебр малої розмірності.

Дослідження підгрупової структури груп інваріантності Л. В. Овсянников, П. Вінтерніц, І. Патера, Х. Цассенхаус, В. І. Фушич, Л. Ф. Баранник, А. Ф. Баранник дозволяють використовувати метод симетрійної редукції для побудови точних розв'язків важливих класів рівнянь математичної та теоретичної фізики. Для багатовимірних рівнянь це іноді єдиний ефективний спосіб отримання класів точних розв'язків. Зокрема, з використанням методу симетрійної редукції було отримано широкі класи точних розв'язків ряду нелінійних рівнянь, наприклад, рівнянь ейконала, д'Аламбера, Ліувілля, теплопровідності та Шредінгера, Монжа-Ампера, Борна-Інфельда та ряду інших нелінійних скалярних рівнянь.

Використовуючи метод Q-умовної симетрії запропонований в роботах В. І. Фушич у роботі проведено редукції та знайдено точні розв'язки рівняння нестационарної фільтрації:

$$H(U)U_0 + U_{11} + \frac{N}{x_1}U_1 = F(U).$$

Розглядається пористе вологомістке середовище. В середині капіляра знаходяться механічно зв'язана вода та суміш інертного газу та пара. Пористе середовище обмежене жорсткою непроникною сіткою, до якої підводиться тепловий потік Q .

Вважатимемо, що на газ або рідину діє сила Архімеда, сили гідродинамічного тертя, які зумовлені дотичними напругами на поверхні пористого скелета. Процеси фільтрації визначаються розподіленням мікропараметрів всередині пор. Пори являють собою сфери однакового розміру. В'язкість та теплопровідність порового газу проявляється тільки в процесах міжфазової взаємодії. Силою тяжіння нехтуємо. Цей рух описується рівнянням теплопровідності для тиску p .

$$\frac{\partial p}{\partial t} = x \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} \right) = x \Delta p \quad (1)$$

Оскільки фільтрація, яка нас цікавить нестационарна, то тиск, напруга чи витрати, що задаються, є власне кажучи функціями часу. Тому виникла потреба у використанні своєрідних часткових випадках, які виражаються через функції однієї змінної.

Розв'язати рівняння можна за допомогою Q-умовної симетрії. Тобто, аналітично описати умови на рішення рівняння, при яких деяка підмножина рішень має більш широкі симетрійні властивості, ніж вся множина рішень. Якщо це справджується, то можна отримати таке рішення рівняння, яке неможливо отримати в класичному підході Лі.

У теорії фільтрації широко використовується рівняння:

$$\frac{\partial \varphi(v)}{\partial t} = \frac{\partial^2 (\varphi(v))}{\partial x^2} + \frac{s}{x} \frac{\partial \varphi(v)}{\partial x}, \quad (2)$$

де $v = v(x)$, $x = (x_0, x_1) \in R_2$, $\varphi(v)$ – задані гладкі функції.

Зауважимо, що при $S = 0$ рівняння (2). описує прямолінійний-паралельний рух, при $S = 1$ плоско-радикальне та при $S = 2$ сферично-радикальних.

Якщо $\varphi(v) = av^n$, $n > 0$, то рівняння (2) описують рух газу (v – тиск), при чому при $n = 2$ рівняння (2) є математичною моделлю руху термодинамічного ідеального газу.

Підстановка $U = \varphi(v)$ зводить (2) до рівняння:

$$H(U)U_0 + U_{11} + \frac{N}{x_1}U_1 = F(U), \quad (3)$$

де $U_0 = \frac{\partial U}{\partial x_0}$, $U_1 = \frac{\partial U}{\partial x_1}$, $U_{11} = \frac{\partial^2 U}{\partial x_1^2}$, $N = \text{const.}$

Далі за допомогою редукції (3) до звичайного диференціального рівняння можемо отримати ряд точних рішень.

Наприклад якщо

$$H(U) = \frac{\lambda_1}{w^2} \left(N - \frac{w\dot{w}}{w} \right), \quad F(U) = \frac{\lambda_2}{w\dot{w}} \left(N - \frac{w\dot{w}}{w^2} \right),$$

то оператор умовної симетрії має вигляд $Q = x_1 \partial_1 + \frac{w}{\dot{w}} \partial_U$.

Тоді анзац $W(U) = x_1 \varphi(x_0)$ редукує рівняння нестационарної фільтрації (3) до звичайного диференціального рівняння $\lambda_1 \dot{\varphi} = \lambda_2 \varphi - \varphi^3$, інтегруючи яке будемо мати:

$$\varphi = \frac{1}{\lambda_2} \left(1 + \frac{1}{C_1 + \exp \frac{2\lambda_2}{\lambda_1} x_0} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \lambda_2 \neq 0,$$

$$\varphi = \left(C_2 + \frac{2x_0}{\lambda_1} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \lambda_2 = 0.$$

Отже, рішення рівняння представлено у вигляді

$$W(U) = \frac{x_1}{x_2} \left(1 + \frac{1}{C_1 + \exp \frac{2\lambda_2}{\lambda_1} x_0} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \lambda_2 \neq 0$$

$$W(U) = x_1 \left(C_2 + \frac{2x_0}{\lambda_1} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \lambda_2 = 0, C_1 = \text{const.}$$

Наприклад: якщо $W(U) = W$, то рівняння

$$\frac{\lambda_1 N}{U^2} U_0 + U_{11} + \frac{N}{x_1} U_1 = \frac{\lambda_2}{U} \quad (4)$$

має рішення, яке визначається формулою:

$$U = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \sqrt{\frac{C_1 + \exp\left(\frac{2\lambda_2}{\lambda_1} x_0\right)}{C_1 + \exp\left(\frac{2\lambda_2}{\lambda_1} x_0 + 1\right)}}, \lambda_2 \neq 0, U = x_1 (x_1 + 2\lambda_1 x_0)^{-\frac{1}{2}}, \lambda_2 = 0.$$

Якщо в рівнянні (3) покласти $H(U) = \frac{\lambda_1}{2\sqrt{U}}$; $F(U) = 0$ отримаємо рівняння довільного руху термодинамічного ідеального газу:

$$U_{11} + \frac{S}{x_1} U_1 - \frac{1}{2\sqrt{U}} U_0 = 0,$$

розв'язок якого має вигляд

$$U = x_1^4 (C_2 - 4x_0(S + 3))^{-2}.$$

УДК 378.09:378.147

Літвінчук С. Б.

ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

У сучасних умовах, коли техніка і технологія виробництва постійно вдосконалюються, зростає потреба у спеціалістах, які мають високий інтелект, фундаментальні знання, достатній технічний досвід. Студент у процесі професійної підготовки має оволодіти, як зазначає І. А. Зязюн, «... не лише декларативними знаннями (про те, «що»), а й процедурними («як»)). Професійні якості інженерних кадрів включають знання та досвід, що характеризують технічний і практичний рівень компетентності. На сьогодні життя потребує змін і вдосконалення системи технічної освіти з метою підвищення ролі майбутніх спеціалістів у соціально-економічному і науково-технічному прогресі нашої країни. Необхідний інтенсивний пошук тих можливостей, підходів, які дозволять розвивати технічну освіту відповідно до нових технологічних і соціальних потреб суспільства. За означених умов особливої актуальності набуває формування у студентів технічного мислення, пов'язаного із продуктивним оперуванням виробничо-технічним матеріалом. А це можливо при ефективній організації навчально-виховного процесу, який забезпечить професійну орієнтацію самовизначення майбутнього спеціаліста.

У цьому аспекті доцільно навести думку Н. Ф. Талізінної про те, що при засвоєнні будь-яких знань необхідно попередньо планувати ту

діяльність, в яку вони повинні ввійти: «... при побудові змісту навчання необхідно передбачити всі основні види діяльності, які необхідні для роботи з цими знаннями, для вирішення завдань, передбачених метою навчання».

Проблеми формування технічного мислення майбутніх фахівців висвітлені у працях С. Я. Батишева, А. І. Дьоміна, П. Г. Лузана, В. М. Мадзігона, В. М. Манька, П. М. Олійника, В. К. Сидоренка, Д. О. Тхоржевського.

Як вказують дослідники, технічне мислення спрямоване на пізнання технічних та технологічних явищ і процесів, а також на пізнання суттєвих зв'язків між ними. Для нього характерні такі якості, як гнучкість, оперативність, активність у розв'язанні ряду спеціальних технічних завдань. Людина з розвиненим технічним мисленням володіє системою узагальнених знань, умінь, навичок і розуміє технічні взаємозв'язки конструкцій, функції окремих деталей.

Потребують подальшого розвитку наукові і практичні аспекти дослідження питань формування технічного мислення студентів у вищих навчальних закладах, що є метою цього дослідження. Це пояснюється тим, що традиційні підходи до проблеми формування технічного мислення студентів у вищій школі не забезпечують у повній мірі розв'язання нових педагогічних завдань вищої школи.

Формування технічного мислення пов'язано із пізнавальною та технічною діяльністю, а також зі здібністю самостійно ставити й розв'язувати принципово нові соціально-технічні проблеми. Адже необхідність у ньому виникає тоді, коли у процесі навчально-виробничої практики перед студентом постають нові проблеми, нові ситуації, спрямовані на вирішення завдань технічної діяльності.

Технічне мислення не володіє особливими логічними засобами розв'язання, воно здійснюється при допомозі відомих мисленневих операцій, таких як аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування, систематизація, узагальнення, конкретизація тощо. Специфіка технічного мислення полягає в його змістовно-психологічній структурі, а не у формально-операційній.

Аналізуючи самі поняття «технічне» і «мислення», можна дійти висновку, що поняття «технічне» передбачає наявність у людини здібностей, мотивів, знань, умінь і навичок для технічної діяльності, а поняття «мислення» представляє собою процес пізнавальної діяльності, що характеризується відображенням оточуючої дійсності засобами аналітико-синтетичної діяльності.

Враховуючи те, що технічне мислення студентів проявляється в нестандартності, новизні, унікальності й оригінальності в технічній діяльності, то для його формування необхідно розвивати технічні здібності через розвиток мислення.

Доцільно звернути увагу на те, що особливість технічного мислення полягає у тісному взаємозв'язку технічних понять і образних компонентів діяльності. Розв'язання багатьох технічних завдань неможливо без взаємодії цих понять і уявлень. Тому особлива увага у процесі навчальної діяльності по оволодінню виробничо-технічним матеріалом приділяється схемам, графікам, кресленням тощо.

При вирішенні більшості технічних завдань інформацію, задану в наочно-графічній формі, необхідно спроектувати в образні компоненти мислення. Однак інколи стає необхідним і зворотнє проектування образних компонентів мисленнєвих процесів у наочно-графічну форму креслення, схеми об'єкта чи графіка тощо. Саме така специфіка мисленнєвої діяльності, сутністю якої є гнучкі переходи від предметного відображення об'єкта до відображення його у графічних засобах і навпаки, зумовлює формування технічного мислення у майбутніх фахівців виробничої галузі.

Вважаємо, що формування технічного мислення студентів містить розвиток єдності теоретичного і практичного компонентів діяльності, перервне поєднання і взаємодію мисленнєвих і навчально-практичних дій.

УДК 629.12.03

Варшамов А. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ СУДНА

За умов зростання цін на енергетичні ресурси, підвищення вимог до екологічних показників судових енергетичних установок є використання в їхньому складі теплоакumuлюючих систем. При цьому збільшення ефективності СЕУ досягається шляхом використання акумульованої теплової енергії.

Аналіз результатів дослідження, присвячених проблемам використання теплоакumuлюючих систем у складі СЕУ, показав, що одним з етапів вибору раціональних параметрів теплоакumuлюючих систем, використаних у складі СЕУ, є етап визначення потрібної ємності теплового акумулятора. У цьому випадку визначними факторами слід вважати не тільки технічні характеристики самого ДВЗ, а й конструктивні особливості машинно-котельних відділень суден.

Під час розробки теплоакumuлюючої системи необхідно враховувати особливості конструкції енергетичної установки судна, динаміку прогріву мастила й охолоджуючої води. При цьому потрібно враховувати обмеженість вільного простору в машинно-котельному відділенні, що істотно впливає на форму і пропорції габаритних розмірів теплових акумуляторів.

Зважаючи на викладене вище, можна зробити висновок, що температура елементів ДВЗ, охолоджувачів мастила й води істотно залежить від режимів роботи ДВЗ і мають різну динаміку під час прогріву.

УДК 378:51

*Воробйова А. І., Майборода О. В.,
Петков І. В., Брагінець О. В.*

ВІДКРИТІ СТУДЕНТСЬКІ МАТЕМАТИЧНІ ОЛІМПІАДИ В УМОВАХ СПІВПРАЦІ УНІВЕРСИТЕТІВ ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ СТУДЕНТІВ

Сучасні вимоги до якості освіти мають багато складників. Головною вимогою Болонського процесу є «онаучнення» сучасного освітнього простору, зміцнення взаємозв'язку науки і освіти. Колишня установка на усталене знання поступово відходить в минуле. Інтеграція вищих навчальних закладів України у європейський освітній простір реалізує, насамперед співпрацю університетів у середині самої країни, шляхом залучення студентів до дослідної діяльності, розширює можливості участі студентів у міжвузівських наукових конференціях та відкритих студентських олімпіадах.

Щороку олімпіада імені Патнема в Україні відбувається в неділю після першої суботи грудня. Олімпіаду організує механіко-математичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Змагання проходить за підтримки Інституту інноваційних технологій і змісту освіти Міністерства освіти і науки України.

Математична олімпіада ім. Патнема є національним змаганням із математики для студентів університетів та коледжів США і Канади, що проводиться щорічно з 1938 р. Олімпіаду названо на честь американського юриста, банкіра та філантропа Вільяма Ловелла Патнема. За роки свого існування змагання стало однією з найбільш престижних студентських олімпіад у світі. Змагання в США та Канаді адмініструє Американська математична асоціація. Змагання в Україні організує механіко-математичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка за тими ж завданнями, що й у американських учасників. Учасникам олімпіади пропонується розв'язати 6 задач протягом 3 годин (частина «А») та після годинної перерви ще 6 задач протягом 3 годин (частина «В»). Задачі можуть бути з області аналізу, алгебри, геометрії, теорії чисел, комбінаторики, теорії ймовірностей, диференціальних рівнянь тощо. Кожна задача оцінюється в

10 балів, причому традиційно при перевірці розв'язків найчастіше використовуються оцінки лише в 0, 1, 2, 8, 9 чи 10 балів. Результати олімпіади враховуються при формуванні команд на міжнародні олімпіади (SEEMOUS, VJIMC, IMC) та Всеукраїнську олімпіаду.

Традиції проведення олімпіадного руху на Миколаївщині започатковані відомими математиками міста професором Лейфуурою В. М., доцентами Менько Я. П., Кузнецовим А. М. та завжди мали стійку підтримку колег відповідних кафедр вищої математики.

Починаючи з 2011 року за ініціативою та активною участю викладачів кафедри математики Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова Петкова І. В. та Майбороби О. В. у місті проводиться відкрита математична олімпіада із залученням студентів Чорноморського державного університету ім. Петра Могили та Миколаївського національного університету ім. В. О. Сухомлинського.

Беручи участь в подібних олімпіадах найкращі студенти відчують себе у ролі дослідників, глибше засвоюють матеріал, набувають умінь та навичок навчально-пізнавальної діяльності, розширюють свій науковий світогляд.

Завдання олімпіади враховують математичну підготовку студентів різних факультетів та містять задачі з основних розділів вищої математики.

Наведемо приклад I етапу Всеукраїнської студентської олімпіади з математики (18 лютого 2014 року м. Миколаїв).

Завдання для першого курсу:

Задача 1. Знайти A^{2014} , якщо $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$.

Задача 2. Задані точки $A(2; 1)$, $B(8; 1)$ і коло $x^2 + y^2 + 6x - 10y + 33 = 0$. Знайти найбільше і найменше значення площі трикутника ABC , якщо точка C належить заданому колу.

Задача 3. Розглянемо три некомпланарних вектори $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ в просторі, що зведені до спільного початку. Доведіть, що площина, яка проходить через кінці цих векторів перпендикулярна вектору $\vec{a} \times \vec{b} + \vec{b} \times \vec{c} + \vec{c} \times \vec{a}$.

Задача 4. Знайти такі числа λ та μ , що має місце рівність $\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt[3]{1-x^3} - \lambda x - \mu) = 0$.

Задача 5. Довести, що $1 \cdot 1! + 2 \cdot 2! + 3 \cdot 3! + \dots + 2013 \cdot 2013! = 2014! - 1$.

Задача 6. Обчислити $\int \frac{\cos x}{\cos x + \sin x} dx$.

Задача 7. На координатній площині xOy зобразити множину розв'язків нерівності $(\ln x)^{\frac{\ln x}{\ln \ln x}} + (\ln y)^{\frac{\ln y}{\ln \ln y}} < 6$.

Задача 8. У воронку у формі параболоїда $z = x^2 + y^2$ кинули кулю радіуса R . Знайти координати центру кулі після падіння та закінчення коливань.

Задача 9. Матриця, що складається лише з нулів і одиниць, називається бінарною. Яку найбільшу кількість одиниць може містити невідроджена бінарна матриця порядку n ?

Задача 10. Для будь-якого $x \neq 0$ знайти $\lim_{n \rightarrow \infty} f^{(n)}(x)$,
де $f(x) = \frac{\cos x - 1}{x}$.

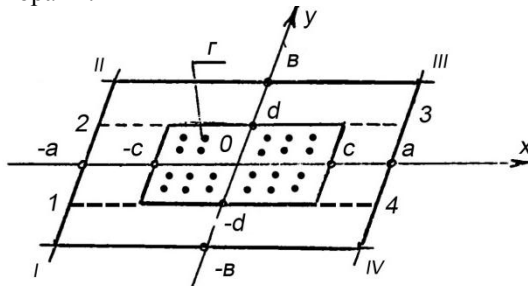
Робота з обдарованими студентами 1–2-го курсів потребує окремого підходу та особливих програм навчання, зокрема роботи відповідних семінарів та факультативів. Така співпраця зі студентами по підготовці до олімпіад різного рівня впливає на становлення їх у майбутньому, як науковців та спеціалістів високого рівня.

УДК 531

Саченко П. П.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ПРОГИБОВ ЧАСТИЧНО НАГРУЖЕННОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ

Найти прогиб прямоугольной мембраны $-a \leq x \leq a$, $-b \leq y \leq b$, вызванный нагрузкой равномерно распределенной с плотностью q по площади прямоугольника $-c \leq x \leq c$, $-d \leq y \leq d$ составляющей часть площади мембраны.



Решение: Функцию прогиба $u(x; y)$ нагруженного участка мембраны с размерами $2c \times 2d$, являющуюся решением уравнения:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -\frac{q(x; y)}{T} \quad (1)$$

где T – натяжение на единицу длины контура мембраны и удовлетворяющую граничным условиям:

$$u(x; y) \Big|_{x=\pm a} = 0, \quad u(x; y) \Big|_{y=\pm b} = 0 \quad (2)$$

Ищем в виде суммы двух функций:

$$u(x; y) = u_1(x) + u_2(x; y) \quad (3)$$

где $u_1(x)$ – частное решение уравнения (1) не зависящее от переменной y , $u_2(x; y)$ – решение уравнения Лапласа.

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial y^2} = 0 \quad (4)$$

Функцию $u_2(x; y)$ согласно методу Фурье представим в виде

$$u_2(x; y) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x) Y_n(y) \quad (5)$$

где $X_n(x)$ – функция одной независимой переменной x

$Y_n(y)$ – функция одной независимой переменной y .

Подставляя выражение (5) в уравнение (4) и разделяя переменные

$$\frac{X_n''(x)}{X_n(x)} = -\frac{Y_n''(y)}{Y_n(y)} = -\lambda_n^2$$

Получим два уравнения

$$X_n''(x) + \lambda_n^2 X_n(x) = 0 \quad (6)$$

$$Y_n''(y) - \lambda_n^2 Y_n(y) = 0 \quad (7)$$

Решением уравнения (6) является функция

$$X_n(x) = A_n \cos \lambda_n x + B_n \sin \lambda_n x \quad (8)$$

удовлетворяющая граничным условиям

$$X_n(x) \Big|_{x=\pm a} = 0 \quad (9)$$

Учитывая, что изогнутая поверхность мембраны симметрична относительно оси OY , оставляем в выражении (8) только четные функции от x , и принимаем $B_n = 0$

$$\text{Тогда } X_n(x) = A_n \cos \lambda_n x \quad (10)$$

Из граничных условий (9) находим

$$A_n \cos \lambda_n a = 0$$

Так как $A_n \neq 0$, то $\cos \lambda_n a = 0$, откуда

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{2a} \quad \text{при } n = 1, 3, 5, \dots$$

Полученное выражение можно записать в более удобном виде

$$\lambda_n = \frac{(2n+1)\pi}{2a}, \quad \text{где } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (11)$$

Принимаем постоянную A_n равной единице $A_n = 1$ и тогда выражение (10) принимает вид

$$X_n(x) = \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (12)$$

Решением уравнения (7) является функция

$$Y_n(y) = C_n \operatorname{ch} \lambda_n y + D_n \operatorname{sh} \lambda_n y \quad (13)$$

Поскольку изогнутая поверхность мембраны симметрична относительно оси ox , то в полученном выражении удерживаем только четные функции от y и постоянную D_n принимаем равной нулю т. е. $D_n = 0$

Тогда

$$Y_n(y) = C_n \operatorname{ch} \frac{(2n+1)\pi y}{2a} \quad (14)$$

Подставим выражения (12) и (14) в формулу (5)

$$u_2(x; y) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n \operatorname{ch} \frac{(2n+1)\pi y}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (15)$$

Согласно условию задачи нагрузка $q(x; y)$ равна

$$q(x; y) = \begin{cases} 0, & \text{при } -a \leq x \leq -c, -b \leq y \leq -d \\ -\frac{q}{T}, & \text{при } -c \leq x \leq -a, -d \leq y \leq -b \\ 0, & \text{при } -a \leq x \leq a, d \leq y \leq b \end{cases}$$

Так как частное решение $u_1(x)$ является функцией только одной независимой переменной x , то нагрузку на участке 1-2-3-4 разложим в ряд Фурье по косинусам

$$-\frac{q}{T} = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (16)$$

где коэффициент разложения α_n равен

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \frac{2}{a} \int_0^c \left(-\frac{q}{T}\right) \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} dx = -\frac{2q}{Ta} \frac{2a}{(2n+1)\pi} \sin \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \Big|_0^c = \\ &= -\frac{4q}{T(2n+1)\pi} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \\ \alpha_n &= -\frac{4q}{T\pi(2n+1)} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \end{aligned} \quad (17)$$

Подставляя значение α_n в формулу (16) имеем

$$-\frac{q}{T} = \sum_{n=0}^{\infty} -\frac{4q}{(2n+1)T\pi} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (18)$$

Функция $u_1(x)$, представляющая частное решение уравнения (1), должна удовлетворять уравнению

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} = -\frac{4q}{\pi T} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2n+1} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (19)$$

Последовательно дважды интегрируя данное уравнение

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1}{\partial x} &= -\frac{4q}{\pi T} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2a}{(2n+1)^2 \pi} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \sin \frac{(2n+1)\pi x}{2a} + E \\ u_1(x) &= -\frac{4q}{\pi T} \sum \frac{4a^2}{(2n+1)^3 \pi^2} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} + Ex + F \end{aligned} \quad (21)$$

где E и F – произвольные постоянные

$$u_1(x) = \frac{16qa^2}{\pi^3 T} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^3} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} + Ex + F \quad (22)$$

Постоянные E и F находим используя граничные условия

$$u_1(x) \Big|_{x=\pm a} = 0 \quad (23)$$

Откуда получим $E = 0$ и $F = 0$, тогда формула (22) принимает вид

$$u_1(x) = \frac{16qa^2}{\pi^3 T} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^3} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (24)$$

Подставляя выражения (15) и (24) в формулу (3) получим функцию прогибов нагруженного участка $2c \times 2d$ мембраны.

$$u(x; y) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{16qa^2}{\pi^3 T(2n+1)^3} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} + C_n ch \frac{(2n+1)\pi y}{2a} \right] \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (25)$$

Обозначая

$$\mu_n = \frac{16qa^2}{\pi^3 T(2n+1)^3} \sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} \quad (26)$$

Запишем выражение (25) в следующем виде

$$u(x; y) \Big|_{|y| < d} = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\mu_n + C_n ch \frac{(2n+1)\pi y}{2a} \right] \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (27)$$

Рассмотрим ненагруженный участок мембраны, расположенный выше линии 2-d-3. Функцию прогибов этого участка мембраны обозначим $u^*(x; y)$, т.е.

$$u^*(x; y) = u(x; y) \Big|_{|y| > d}$$

Очевидно, что функция прогибов этого участка должна иметь вид

$$u^*(x; y) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[L_n ch \frac{(2n+1)\pi y}{2a} + N_n sh \frac{(2n+1)\pi y}{2a} \right] \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (28)$$

Произвольные постоянные в выражениях (27) и (28) находим из следующих граничных условий. Из геометрических условий по линии 2-d-3 следует

$$u(x; d) = u^*(x; d) \quad (29)$$

$$\frac{\partial u(x; d)}{\partial y} = \frac{\partial u^*(x; d)}{\partial y} \quad (30)$$

На линии закрепления мембраны II-b=III для функции $u^*(x; y)$ имеем

$$u^*(x; b) = 0 \quad (31)$$

Используя приведенные граничные условия составим систему из трех уравнений

$$\begin{cases} \mu_n + C_n ch \lambda_n d = L_n ch \lambda_n d + N_n sh \lambda_n d & (32.1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} C_n sh \lambda_n d = L_n sh \lambda_n d + N_n ch \lambda_n d & (32.2) \end{cases} \quad (32)$$

$$\begin{cases} L_n ch \lambda_n b + N_n sh \lambda_n b = 0 & (32.3) \end{cases}$$

Из уравнения (32.3) находим

$$L_n = -N_n \frac{sh\lambda_n b}{ch\lambda_n b} \quad (33)$$

и подставляем в уравнения (32.1) и (32.2)

$$\begin{cases} \mu_n + C_n ch\lambda_n d = -N_n \frac{sh\lambda_n b}{ch\lambda_n b} ch\lambda_n d + N_n sh\lambda_n d \\ C_n sh\lambda_n d = -N_n \frac{sh\lambda_n b}{ch\lambda_n b} sh\lambda_n d + N_n ch\lambda_n d \end{cases} \quad (34.1) \quad (34)$$

Преобразуем правые части уравнений (34.1) и (34.2)

$$\mu_n + C_n ch\lambda_n d = -N_n \frac{sh\lambda_n b ch\lambda_n d - ch\lambda_n b sh\lambda_n d}{ch\lambda_n b}$$

$$C_n sh\lambda_n d = N_n \frac{ch\lambda_n b ch\lambda_n d - sh\lambda_n b sh\lambda_n d}{ch\lambda_n b}$$

$$\begin{cases} \mu_n + C_n ch\lambda_n d = -N_n \frac{sh\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n b} \\ C_n sh\lambda_n d = N_n \frac{ch\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n b} \end{cases} \quad (35.1) \quad (35.2) \quad (35)$$

Из уравнения (35.2) находим

$$C_n = N_n \frac{ch\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n b sh\lambda_n d} \quad (36)$$

И подставляем в уравнение (35.1)

$$\begin{aligned} \mu_n + N_n \frac{ch\lambda_n(b-d)ch\lambda_n d}{ch\lambda_n b sh\lambda_n d} &= -N_n \frac{sh\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n b} \\ N_n \left(\frac{ch\lambda_n(b-d)ch\lambda_n d}{ch\lambda_n b sh\lambda_n d} + \frac{sh\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n b} \right) &= -\mu_n \\ N_n \frac{ch\lambda_n(b-d)ch\lambda_n d + sh\lambda_n(b-d)sh\lambda_n d}{ch\lambda_n b sh\lambda_n d} &= -\mu_n \\ N_n \frac{ch\lambda_n((b-d)+d)}{ch\lambda_n b sh\lambda_n d} &= -\mu_n \end{aligned}$$

Откуда находим

$$N_n = -\mu_n sh\lambda_n d \quad (37)$$

Подставляя (36) формулу (37) получим

$$C_n = \mu_n \frac{ch\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n d} \quad (38)$$

Подставляя значение постоянной N_n в выражение (33) определим значение постоянной L_n

$$L_n = \mu_n \frac{sh\lambda_n d sh\lambda_n b}{ch\lambda_n b} \quad (39)$$

Подставляя выражение (38) в формулу (27) получим функцию прогибов участка мембраны $2c \times 2d$

$$u(x; y) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\mu_n - \mu_n \frac{ch\lambda_n(b-d)}{ch\lambda_n d} ch\lambda_n y \right] \cos \lambda_n x$$

Внося величину μ_n за скобку и принимая во внимание значения μ_n и λ_n получим

$$u(x; y) \Bigg|_{|y| < d} = \frac{16qa^2}{\pi^3 T} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a}}{(2n+1)^3} \left[1 - \frac{ch \frac{(2n+1)\pi(b-d)}{2a}}{ch \frac{(2n+1)\pi d}{2a}} ch \frac{(2n+1)\pi y}{2a} \right] \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (40)$$

Подставляя значения постоянных L_n и N_n в выражение (28) находим функцию прогибов ненагруженного участка мембраны

$$\begin{aligned}
 u^*(x; y) &= \\
 u(x; y) \Big|_{|y| > d} &= \sum_{n=0}^{\infty} \left[\mu_n \frac{sh\lambda_n d sh\lambda_n b}{ch\lambda_n b} ch\lambda_n y - \mu_n sh\lambda_n d sh\lambda_n y \right] \cos \lambda_n x \\
 u(x; y) \Big|_{|y| > d} &= \sum_{n=0}^{\infty} \mu_n sh\lambda_n d \left[\frac{sh\lambda_n b ch\lambda_n y}{ch\lambda_n b} ch\lambda_n y - sh\lambda_n y \right] \cos \lambda_n x \\
 u(x; y) \Big|_{|y| > d} &= \sum_{n=0}^{\infty} \mu_n sh\lambda_n d \frac{sh\lambda_n b ch\lambda_n y - ch\lambda_n b sh\lambda_n y}{ch\lambda_n b} \cos \lambda_n x \\
 u(x; y) \Big|_{|y| > d} &= \sum_{n=0}^{\infty} \mu_n \frac{sh\lambda_n d}{ch\lambda_n b} sh\lambda_n (b - y) \cos \lambda_n x
 \end{aligned}$$

Принимая во внимание значения величин μ_n и λ_n получим

$$u(x; y) \Big|_{|y| > d} = \frac{16qa^2}{\pi^3 T} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin \frac{(2n+1)\pi c}{2a} sh \frac{(2n+1)\pi d}{2a}}{(2n+1)^3 ch \frac{(2n+1)\pi b}{2a}} sh \frac{(2n+1)\pi(b-y)}{2a} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2a} \quad (41)$$

Итак, функции прогибов нагруженного и ненагруженного участка мембраны определяются выражением (40) и (41).

**МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ НА КАРТАХ
РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДАНИМИ МОБІЛЬНОЇ
ГЕТЕРОГЕННОЇ МЕРЕЖІ В СИСТЕМАХ ВЕДЕННЯ БОЮ**

У війнах ХХ сторіччя стратегічна перевага над супротивником досягалася чисельною перевагою в особовому складі в поєднанні з високими професійними якостями полководців, а з середини минулого століття на перший план вийшла і перевага в бронетанковій компоненті. Основним недоліком такого підходу є передбачувано велика кількість людських жертв з усіх боків протистояння. В умовах сучасного бою кількість особового складу і бронетехніки, як правило, не тільки не є вирішальним чинником перемоги, але і часто, може мати негативний вплив на результат бою. Фактор численних втрат у живій силі і техніці здатний не тільки істотно подавити бойовий дух військ, а й призводить до масового не сприйняття таких з боку активної частини суспільства. Особливо гостро ця тенденція проявляється в сучасних демократичних країнах, де життя солдата значно зросло в «ціні».

Для вирішення цієї проблеми, уряди передових країн світу в останні кілька десятиліть виділяють значні фінансові та інші ресурси з метою залучити сучасні технології та досягнення науки, створюючи, наприклад, всілякі бойові, інноваційні комплекти піхотинця. До складу такого комплексу поряд із традиційним озброєнням та засобами індивідуального захисту, входять так само переносний персональний комп'ютер, сучасні засоби зв'язку, GPS, нашоломний інформаційний дисплей, оптичні системи – в тому числі і прицільні. Це далеко не весь спектр можливих інновацій, покликаних істотно змінити життя солдата на полі бою і підвищити як його ефективність, так і його життя.

На сьогодні час цілий ряд таких систем уже розроблено і випробовується як під час проведення військових навчань, так і в умовах реальних бойових дій.

Наприклад, оборонне агентство DARPA розробило чотириноного робота-мула для перевезення екіпіровки солдата до 180 кг. Legged Squad Support System (LS3) витриваліший і тихіше інших роботів DARPA подібного типу (70 дБ – рівень шуму пиłosоса). Остання версія LS3 здатна виконувати голосові команди і пересуватися по незнайомій

місцевості, слідуючи за командиром загону, в тому числі в темний час доби. LS3 також може бути використаний у якості пересувної станції для перезарядки акумуляторних батарей мобільних пристроїв.

Зважаючи та стрімке технологічне зростання військових цифрових технологій, необхідно забезпечити значне зростання активності в напрямку розвитку та використання автономних, безпілотних систем, спрямованих на вирішення проблем моніторингу та цифрового документування переміщення військових об'єктів. Для цього доцільно використовувати чисельні безпілотні літальні апарати (БПЛА) у складі мобільних гетерогенних мереж. БПЛА легко впораються із завданням доставки невеликих вантажів, боєприпасів, медикаментів тощо. БПЛА на сучасному етапі свого розвитку здатні не тільки полегшити ведення бойових дій, а й могли б вступити у взаємодію з солдатом на полі бою, значно підвищивши його живучість і ефективність ведення бою. Актуальним є також використання БПЛА для відеомоніторингу.

Одним із таких прикладів взаємодії солдата і БПЛА могло б стати створення електронної картки вогню відділення, яка відображалася б на екрані переносного персонального комп'ютера або особистого смартфона військовослужбовця. Командир відділення при підготовці до дій в обороні оформляє картку вогню відділення та наносить на неї інформацію про своїх підлеглих із прив'язкою до сторін світу (рис. 1). Він так само визначає завдання кожному бійцю, особливості місцевості навколо позиції відділення, місцеві орієнтири, ділянки зосередженого вогню відділення та вищого командування, інформацію про противника тощо. Зазначена інформація може бути нанесеною за даними мобільної гетерогенної мережі.

Електронна картка вогню відділення відображається не на папері, а на екрані монітору, тому вона може багаторазово змінюватися за лічені секунди. Зазначена інформація допомагає снайперу для «засічки» пострілу ворожого снайпера, артилерії для ведення вогню по цілям противника та для ураження повітряних цілей тощо. Для отримання координат вогневої точки супротивника на декількох БПЛА встановлено сенсори звуку, і як тільки противник відкриває вогонь (видаючи своє місце розташування), датчики фіксують звукові коливання і за рахунок різниці в показаннях отриманих з усіх безпілотників. Тоді можна обчислити необхідні координати (рис. 2).

У свою чергу, програма наносить отриману інформацію на електронну картку вогню відділення. Для того, що б отримати не тільки координати цілі, але і тактико-технічні характеристики даного типу зброї, система виявлення оснащується базою даних ймовірного озброєння противника у формі аудіошаблонів, і після отримання звукового

сигналу, його обробки, очистки від шумів та порівняльного аналізу, видає необхідну інформацію про ймовірний об'єкт. Цей підхід можна умовно назвати методом розпізнавання аудіообразів. У якості алгоритму обробки первинних даних (для визначення їх середньо зваженого значення) використаний Метод Монте-Карло, який, у свою чергу, заснований на Центральній граничній теоремі теорії ймовірності.

КАРТКА ВОГНЮ ВІДДІЛЕННЯ (ВАРІАНТ)

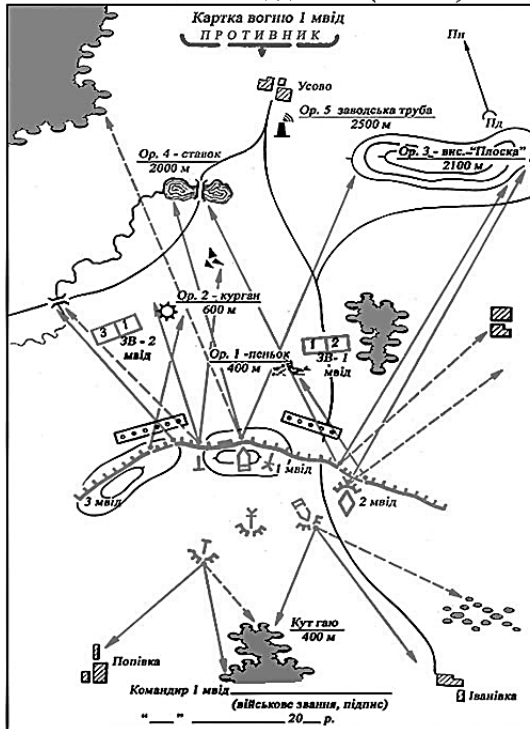


Рис. 1

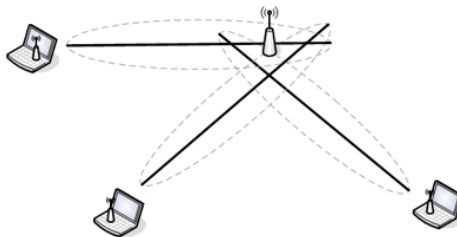


Рис. 2

У різних країнах світу існує цілий ряд подібних систем. Наприклад, фірма Rafael (Ізраїль) випускає систему виявлення пострілу зі стрілецької зброї. Система являє собою звичайну акустичну систему виявлення пострілу з мікрофонами, встановленими на стійці. Існують електронно-оптичні системи, встановлені на тринозі або бойовій машині. Система Sportlite оснащена лазерним далекоміром і показчиком цілі, GPS-приймачем і блоком обробки даних. Пристрій може управлятися дистанційно з тим, щоб не розкрити місцеположення груп боротьби зі снайперами.

Відома також система виявлення вогню Viper, яка розробляється в США. Система об'єднує в собі охолоджувальну FLIR-камеру, працюючу в довгому і середньому діапазоні хвиль, з активними і пасивними акустичними датчиками. Система була випробувана в стаціонарних і похідних умовах. Може використовуватися на літаках.

Ще один метод виявлення рухомих бойових об'єктів – це тепловізорний. Використання тепловізорного інформаційного каналу поширюється в комбінованих прицільних комплексах збройних сил багатьох країн. Цей метод заснований на виявленні теплового випромінювання (ІЧ-діапазон) людського тіла і теплового «вихлопу» вогнепальної зброї. Перевага такої системи в тому, що вона не тільки порівняно недорога, а й за рахунок того, що будучи встановленою на БПЛА, є маневреною, живучою і дозволяє зчитувати дані на різних висотах. Цей факт дає можливість отримувати інформацію, оминаючи природний рельєф місцевості та інші перепони, такі як дерева, будівлі тощо, при цьому самі БПЛА можуть перебувати на безпечній відстані, висоті і навіть в тилу, як поза зоною ураження, так і над ворожими позиціями.

Отже, відображення на картах рухомих об'єктів за даними мобільної гетерогенної мережі з нанесенням координат вогневих точок противника, відбувається у режимі реального часу із зазначенням типу ворожої зброї. Завдяки застосуванню описаного підходу командир відділення зможе швидко прийняти рішення і віддати команди точкового придушення джерела вогню (у тому числі і за допомогою високоточної зброї з комп'ютерним наведенням) для підвищення ефективності дії бойового підрозділу.

УДК 004.3

*Бурлаченко І. С., Денісов О. О.,
Журавська І. М.*

ВИБІР АПАРАТНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕКОНФІГУРАЦІЇ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ МОНІТОРИНГОВИХ МЕРЕЖ

Сучасні рухомі моніторингові мережі складаються з об'єктів, корисне навантаження яких повинно відповідати жорстким вимогам щодо габаритів та ваги електронних компонентів. Мінімізація цих характеристик дозволяє збільшити швидкість малогабаритних безпілотних апаратів (БПА) до 60 км/год.

Сучасний ринок комп'ютерних компонентів та систем пропонує низку пропозицій, які відрізняються як програмно-апаратною реалізацією обчислювальних функцій, так і кількістю/швидкістю інтерфейсів на борту плат. Крім того, одним із найбільш вагомих критеріїв зараз є бюджетність варіанту вибору. Безумовно, найкраще співвідношення «сигнал/шум» надають, наприклад, фірмові байонети від фірми LEMO по 100 USD за штуку, але вибір на користь дорогих апаратних рішень різко звужує коло як замовників, так і розробників, які працюють над перспективними рішеннями.

Крім вищенаведених критеріїв, було проаналізовано також можливість підключення до апаратної платформи, крім специфічних для даної платформи, також і універсальних модулів (дисплеї, камери, Wi-Fi-модулі, карти пам'яті Micro SD й т. п.).

На підставі проведеного порівняльного аналізу на підставі теоретичного матеріалу та експериментальних даних було відокремлено такі варіанти вибору апаратної платформи для рухомих об'єктів моніторингових мереж:

1. Рішення на базі сімейства контролерів Arduino з простим 32-розрядним мікроконтролером Atmel та внутрішньою пам'яттю 256 кбайт, наявністю ЦАП та АЦП для підключення зовнішніх інтерфейсів. Використання цієї платформи доцільне для об'єктів збору інформації, найкраще – стаціонарних, тому що швидкість обробки інформації на такій платформі не дасть змогу досягнути необхідних швидкостей руху та оминання перешкод у моніторинговій мережі.

2. Рішення на базі сімейства контролерів Pixhawk багатофункціональні та якісні, але мають достатньо завищеної ціну (від 100 USD основна плата та від 30 USD – плати розширення, які модульно стикуються з основною платою).

3. Рішення на базі Orange Pi. Платформа надає на борту налагоджувальної плати бездротові інтерфейси зв'язку стандартів 802.11b/g/n, 802.15.1 (BT), підключення зовнішньої пам'яті через USB 2.0, можливість автономного електроживлення від Power Bank через порт USB OTG, інтерфейс для підключення камери та шини GPIO для підключення різноманітних датчиків (все зазначене – в межах цінової пропозиції від 40 USD), можливість підключення модулів розширення.

4. Рішення на базі Raspberry Pi є якісними, багатими за функціоналом та існуючими реалізаціями, але мають на порядок нижчі швидкості передачі даних та обробки інформації, ніж попередня серія.

Слід відзначити, що головним критерієм вибору є відкритість архітектури платформи (software & hardware), можливість реалізовувати та модифікувати алгоритми керування рухомих об'єктом (на мові програмування C або ін.). Крім того, апаратна платформа повинна підтримувати модульну структуру, передбачати достатньо щільну компоновку на основній платі різноманітних датчиків, – кількість, набір та часові діаграми функціонування котрих можна варіювати.

У результаті досліджень зроблено вибір на користь апаратної платформи «Orange Pi», зважаючи також на те, що вона є програмно-кросплатформена та підтримує ОС Android 4.4, Debian, Ubuntu, Raspbian. Вибір апаратної платформи «Orange Pi» обґрунтований також можливістю програмування руху БПА (на якому навантажена плата) як на підставі GPS-координат, так і за даними датчика-магнітометра, який використовується за функцією компаса (дає напрямлення на північ). Крім того, в межах платформи є як найпростіші рішення для моніторингових БПА, так і двоядерні плати (з можливістю підключення зовнішнього високоємнісного жорсткого диска через інтерфейс SATA), на базі яких організується система зв'язку та керування всією моніторинговою мережею. Отже, система керування, побудована на зазначеній платформі, дозволяє програмувати та опрацьовувати алгоритм реконфігурації топології моніторингової мережі в разі, коли цільовому трафіку від БПА необхідно замінити показання датчиків одного типу на датчики іншого типу, якщо даних від останніх необхідно більше для формування, наприклад, мап із більшою деталізацією вмісту.

Висновок щодо необхідності та можливості реалізувати весь спектр функцій у межах апаратної платформи від одного виробника дозволяє підвищити якість взаємодії всіх рухомих об'єктів моніторингової мережі: рухомих комплексів БПА, системи цифрового моніторингу (метеодатчики, поліметричні датчики інформаційно-вимірювальних

систем та ін.), системи відеоспостереження, системи управління. Наземний нерухомий центр обробки даних (ЦОД) доцільно реалізовувати на основі класичних серверних стаціонарних рішень.

УДК 004.93

Корецька О. О.

ДО ПИТАННЯ ПОБУДОВИ ПОЛІМЕТРИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ІЗ ЖИВЛЕННЯМ ВІД ЕНЕРГІЇ ВИМІРЮВАЛЬНОГО СИГНАЛУ

Останнім часом необхідністю створення нових типів енергоефективних елементів вимірювальної техніки, що можуть працювати за відсутності сторонніх джерел енергії, вимагає створення нових типів датчиків, які зможуть житися від енергії вимірювального сигналу.

Наявні на сьогодні відомі методи живлення елементів техніки мають суттєві недоліки: батарейне живлення вимагає постійної заміни елементів, акумуляторне – підзарядку; регенеруємі джерела живлення мають обмеження: від світла не можуть працювати у ночі, від вітру за його відсутності тощо.

Сучасною тенденцією розвитку створення датчиків є їх розробка в якості поліметричних первинних перетворювачів, коли одночасно вимірюються декілька фізичних величин одним чутливим елементом. У цьому випадку відбувається одночасне вимірювання багатьох параметрів об'єкта (тобто багатоканальність) і передача вимірювальної інформації у єдиний центр; представлення отриманих даних (у тому числі їх уніфікація) у вигляді, найбільш зручному для подальшої обробки одержувачем.

Для вирішення цього завдання перспективними є застосування п'єзокерамічних перетворювачів, які, крім вимірювання, можуть виконувати ще й функції регулювання, завдяки можливості роботи в режимі актуатора. Потреба в цьому виникає, наприклад, у медицині при ендопротезуванні суглобів, в авіації при випробуваннях безпілотної і в багатьох інших випадках. Однак переважна більшість усіх попередніх досліджень у галузі п'єзокерамічних перетворювачів ставилися до досліджень вимірювання одним п'єзоперетворювачем тільки однієї фізичної величини.

Тому вимоги як до п'єзодатчиків, так і до інших типів датчиків, що виникають при проектуванні універсальних інформаційно-вимірювальних систем, можна сформулювати наступним чином:

- поліметричність (вимірювання декількох фізичних величин за допомогою одного чутливого елемента);
- багатофункціональність (вимірювання, вплив через зворотній зв'язок на вимірюваний об'єкт – актуатор);
- стійкість до агресивних середовищ;
- довговічність;
- можливість здійснення неруйнівного контролю.

Побудова поліметричних інформаційно-вимірювальних систем із живленням від енергії вимірювального сигналу вимагає цілого комплексу підбору декількох типів моделей та відповідних методів дослідження, що і здійснюється в рамках виконання цієї роботи.

УДК 004.93

Ликов Р. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ, ПРОБЛЕМ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ОПТИЧНОЇ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РУХОМОГО ОБ'ЄКТА

Автоматизовані апарати, як повітряні, так і наземні, добувають дедалі більшого поширення. Вони виконують різноманітні функції, як військові – розвідка, ураження цілей, так і мирні – від пошуку постраждалих при надзвичайних ситуаціях до звичайної доставки товарів. Однак при цьому зберігається необхідність не просто створення безпілотних апаратів, а і можливість залишати їх без нагляду віддаленого пілота. Звичайно, зробити повністю автономну систему надзвичайно складно – обчислювальних ресурсів недостатньо для такого, до того ж зберігається вірогідність аварійних ситуацій. Однак на сьогодні вже можливо перекласти певні функції на потужності бортового комп'ютеру – такі як круїз-контроль у наземних апаратах і автопілот у летальних. Звичайно, це не нові системи, але їх мініатюризація і покращення продовжуються і сьогодні.

Отже, розробка програмного модуля оптичної навігації потужностями бортового комп'ютеру є актуальною. Найбільш часто такий підхід буде мати сенс у нетипових випадках експлуатації безпілотних апаратів, які можна узагальнити як – втрата або відсутність сигналу від мережі позиціонування і пілоту. Наприклад, із безпілотним летальним апаратом (далі БПЛА) таке може статися при потраплянні у складну місцевість, гірську або міську із забудовою високими будівлями. Схожа ситуація може статися навіть з надійними БПЛА військового

класу, оснащеними системами глобального позиціонування GPS/GLONASS – наприклад, при потраплянні таких апаратів у зону дії засобів радіоелектронної боротьби. Звичайно, така система буде актуальною і для наземних апаратів, але в такому варіанті власне оптична навігація потребує значно більших ресурсів. До того ж особливості орієнтації наземних пристроїв-роботів орієнтована переважно на пошук перешкод, які відсутні в повітрі – тому більш актуальною для наземних апаратів є проблема орієнтації за допомогою лідaru або ультразвукового радару. Для повітряного ж апарату такі системи малоприйнятні – замала роздільна здатність. Тому система оптичної навігації буде орієнтована саме для використання у БПЛА.

Локальна система БПЛА повинна містити: ЕОМ, постійну пам'ять, компас, акселерометр, альтиметр або камеру з високою роздільною здатністю.

Локальна пам'ять БПЛА повинна містити мапу району. Мапа повинна бути:

- Зорієнтованою за сторонами світу.
- Нормалізованою за висотою.
- Мати абсолютні координати відносно широти і довготи.

Алгоритм роботи включається у дію, у випадках: коли БПЛА втратив можливість зв'язку з пілотом, мережею інтернет (якщо мав такий функціонал) та системою глобального позиціонування GPS/GLONASS (якщо мав такий функціонал); якщо він від самого початку запускається в автономному режимі (наприклад, якщо заздалегідь відомо, що зв'язатися з вищезазначеними системами неможливо, або за необхідності зберігати режим радіотиші).

Алгоритм роботи оптичної навігації:

1. При включенні роботи алгоритму БПЛА піднімається на висоту, при якій фотографія з його апаратури буде відповідати мапі в локальній пам'яті;

2. Маркує точку знімку як умовний нуль на акселерометрі чи комплексу автопілоту і з цього моменту відслідковує свій курс, отримуючи свої відносні координати.

3. Виконує знімок (програмно чи апаратно зорієнтований за сторонами світу).

4. Пропускає його через фільтри (архівация, перетворення в монохром, фільтрація білків тощо).

5. Виконує пошук цього зображення на завантаженої мапі.

6. У випадку невдачі пролітає певну відстань (наприклад, по прямій, заданим курсом чи спіралі) і повторює попередні кроки з пункту 2.

7. У випадку успіху отримує координати знімку, змінює свої відносні координати, що ведуться, на глобальні і летить необхідним курсом (додому чи заданим заздалегідь курсом).

8. Через певну відстань уточнює свої координати.

Акселерометр є необхідним, оскільки постійна перевірка курсу за допомогою алгоритму займає занадто багато часу.

Основні проблеми системи оптичної навігації наведені нижче:

1. Визначення оптимальної висоти для орієнтування на місцевості – вона буде залежати від роздільної здатності сенсору та розміру основних орієнтирів, що очікуються – це можуть бути як відносно тонкі дороги чи відносно малі окремі будівлі, так і великі забудови.

2. Приведення зображення з камери до такого виду, що підлягає порівнянню з мапою – тобто, отримання однакових за основними характеристиками, таким як баланс білого, фокусна відстань зображень.

3. Попередження виходу з зони мапи.

4. Оптимізація процесу орієнтації – тобто використання методів, що дозволять прискорити пошук зображення з БПЛА на мапі – зниження роздільної здатності, монохромність тощо.

5. Передача даних до пілота, чи до інших БПЛА або пілотів літаків.

УДК 004.5

Шуляков Д. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОБУДОВА СППР ДЛЯ ОБРОБКИ, АНАЛІЗУ ТА ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РУХОМОЮ МОНІТОРИНГОВОЮ МЕРЕЖЕЮ

Моніторингова мережа – сукупність пристроїв, які за допомогою ліній зв'язку та каналів передачі даних дозволяють проводити операції з пошуку, аналізу, класифікації, кластеризації інформації, оцінки та прогнозування змін у будь-якому середовищі із заданим об'єктом (метеорологічний, топографічний, екологічний моніторинг тощо).

У сучасному світі техногенних катастроф важливим є швидких збір та акумуляція даних із наступним нанесенням отриманих даних на відповідні мапи для прийняття рішень щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища та людей.

У нагоді стане розробка шкідкорозгортаємої моніторингової мережі, до складу якої входять безпілотні літальні апарати (дрони) з датчиками та інтерфейсами передачі даних на борту, рухомий сервер-шлюз для прийняття даних із дронів та координації руху, наземного

серверу обробки даних (ЦОД), наземних клієнтів, забезпечених стаціонарними або мобільними пристроями для відображення поточної топології рухомої моніторингової мережі та отриманих з ЦОД мап (рис. 1).

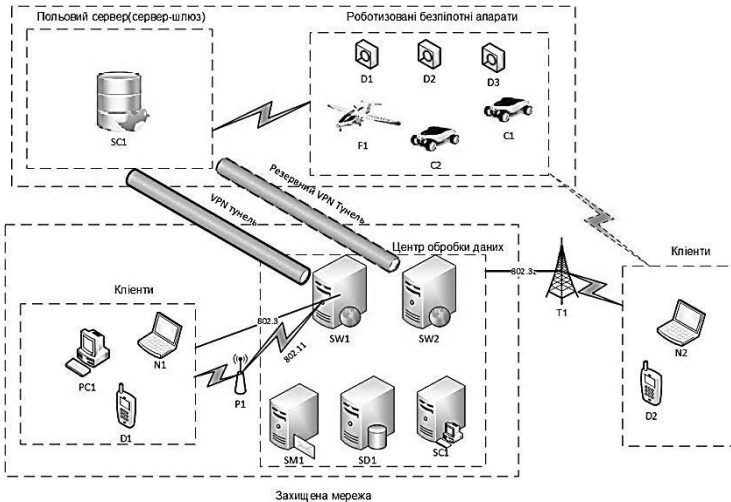


Рис. 1. Структурна схема рухомої моніторингової мережі

Передача даних між польовим сервером та ЦОД відбувається по VPN тунелю.

ЦОД проводить аналіз та класифікацію даних. За допомогою отриманих даних відбувається прогнозування та оцінка стану середовища або об'єкта.

Дані з дронів «зграї» безпілотного рухомого серверу та від клієнтів у ЦОД обробляються з використанням методу оцінки функцій належності нечітких множин на основі операторів t -норм та s -норм.

Мережа має змінну структуру, що забезпечує її надійність, а саме:

1. Сервер-шлюз має основний VPN-тунель та резервний, за яким дані передаються до ЦОД.

2. Безпілотні апарати можуть передавати дані на вільних клієнтів через публічні мережі в разі тимчасової відсутності зв'язку з сервер-шлюзом.

На ЦОД виконується тренд-аналіз прогнозування подальшого розповсюдження забруднення та розраховується надійність системи.

Отже, розроблена система отримує дані з великої кількості місць (у т. ч. недоступних людині), виконує прогноз масштабів стихійних лих, техногенних катастроф тощо, акумулювати інформацію для подальшої обробки (у т. ч. з нанесенням на мапи, окремо за кожним показником). Впровадження такої системи в поточну господарську діяльність різних галузей (сільськогосподарську, геодезичну, наглядову за використанням енергоресурсів тощо), а також її використання при надзвичайних ситуаціях дозволяє приймати оптимальні рішення й найкоротший час.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ПІДСЕКЦІЯ: Медичні прилади та системи

Чуйко Г. П., Дворник О. В. Моделювання гідравлічного удару для потоку крові в аорті людини	2
Чуйко Г. П., Шиян І. О. Елементи інтерфейсу науково-дослідного WEB-ресурсу PhysioNet та імпорт даних у систему комп'ютерної математики Maple 17	5
Чуйко Г. П., Козуб С. В. Математична модель оптимального турне в межах райцентрів Миколаївської області	7
Чуйко Г. П., Наградський М. М. Принципи фільтрації та знешумлення 1D-медичних сигналів у частотному діапазоні.....	8
Чуйко Г. П., Сокол І. М. Генерація та взаємодія КдВ солітонів	10
Чуйко Г. П., Ковальчук А. Ю. Модель гідравлічного удару під час закриття аортальних клапанів	11
Чуйко Г. П., Міщеня П. І. Модель міжнародної торгівлі медичними препаратами між Україною та Європейським Союзом.....	13
Прищепов О. Ф. Досвід експлуатації маршрутного комп'ютера Multitronics TC-750	14
Бойко А. П. Тривимірне моделювання під час вивчення інженерної графіки студентами технічних спеціальностей	15
Сідєлев М. І., Міщеня П. І. Моніторинг концентрації вуглекислого газу у видихуваному повітрі	16
Сідєлев М. І., Сільвейстров О. В. Технічні засоби регулювання приватного пасажирського транспорту	18
Щесюк О. В., Бєліков О. Є., Плохенко М. В. Блок керування для автоматизації процесу фотодинамічної терапії.....	20
Яремчук О. М., Коваль М. С. Газоаналізатор транспортних викидів	25
Жук І. Ю., Долженко А. В., Долженко О. В. Стетоскоп із мікроконтролерним керуванням	26

Яремчук О. М., Процак М. М. Прилад трьохосового переміщення діагностичного датчика.....	28
Беліков О. Є., Аулова К. С. Спосіб автоматизації гістероскопа.....	29

ПІДСЕКЦІЯ: Методи, моделі та інформаційні технології підтримки прийняття рішень

Атаманюк І. П. Застосування алгоритму екстраполяції випадкових послідовностей для прогнозування споживання електроенергії	31
Бурлаченко І. С. Особливості застосування мультиагентних систем у задачах аналізу відеопотоку	33
Герасін О. С., Козлов О. В., Запорожець Ю. М. Система автоматичного керування очисним мобільним роботом гусеничного типу на базі постійних магнітів	35
Давиденко Є. О. Вибір варіанту вдосконалення програмного забезпечення з використанням елементів SWOT-аналізу та методу медіан рангів	37
Дворецька С. В. Порівняльний аналіз ABC-XYZ матриць різних факторів на базі ієрархічних даних	39
Дворецький М. Л. Використання зворотного зв'язку в системах управління знаннями для оптимізації пошуку та підвищення ефективності системи	42
Донченко М. В. Проблема та її розв'язання	45
Кобилінський І. А. Особливості реалізації програмного фреймворку для вирішення задач багатоцільового прийняття рішень та аналізу ризиків.....	47
Кобилінський І. А. Особливості оцінювання ризиків на основі нечітких моделей	49
Козлов О. В., Дібрівна М. І. Оптимізація нечітких контролерів у системах керування складними технічними об'єктами	52
Кондратенко Ю. П., Козлов О. В., Топалов А. М. Підвищення точності вимірювання рівня та об'єму рідини в баластних танках плавучого доку.....	54
Кондратенко Ю. П., Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В. Система підтримки прийняття рішень на нечіткій логіці для вибору моделі кооперації університетів та ІТ-компаній.....	57

Коробко О. В., Гелюс М. Ю. Розробка системи управління гарячим теплообмінником термоакустичного двигуна	61
Кулаковська І. В. Підвищення ефективності прийняття рішень для моделі управління запасами в умовах невизначеності	64
Пузирьов С. В. Використання бібліотеки boost для мережевого програмування	66
Пузирьов С. В. Комп'ютерне моделювання динаміки прямокутних ортотропних пластин змінної у двох напрямках товщини	69
Швед А. В. Дослідження впливу структури експертних свідочств на ступінь конфлікту між ними.....	70

ПІДСЕКЦІЯ: АСУ, CASE-засоби та програмна інженерія

Боровльова С. Ю. Framework QT	72
Боровльова С. Ю. Хмарні обчислення. VISUAL STUDIO – інструмент розробки додатків для MICROSOFT AZURE.....	73
Горбань Г. В. Пошук можливих асоціативних правил у багатомірних даних за допомогою генерації їх шаблонів.....	75
Горишньова К. Ю., Кравець І. О. Розробка динамічних моделей вітряних електростанцій системою моделювання GPSS	77
Журавська І. М., Поліщук Д. В. Аналіз загроз у публічних бездротових мережах та засобів захисту користувацьких даних	78
Журавська І. М., Собко Д. А., Салтан Б. А. Аналіз захищеності Wi-Fi та механізми розбудови безпечної мережі.....	79
Кулаковська І. В. Використання інформаційних технологій підтримки прийняття рішень для моделі управління запасами в умовах невизначеності	82
Солобуто Л. В. Інформаційне забезпечення процесу тестування	87
Старченко В. В. Функціональний підхід при паралельному програмуванні на мові Java.....	89
Фісун М. Т., Горишньова К. Ю. Схема генерації сценаріїв із використанням предметно-орієнтованих мов моделювання	90

ПІДСЕКЦІЯ: Диференціальні рівняння та математичні методи в проблемах природних наук

<i>Клименко Л. П., Дихта Л. М., Андрєєв В. І.</i> До вирішення проблеми механічного зносу гладкоканалних артстволів.....	93
<i>Хомченко А. Н.</i> Нематричний метод конструювання поліномів Кунса 5-го порядку	94
<i>Воробйова А. І., Савицька В. П.</i> Точні розв'язки рівняння нестационарної фільтрації	95
<i>Літвінчук С. Б.</i> Педагогічні засади формування технічного мислення студентів у вищих навчальних закладах	98
<i>Варишамов А. В.</i> Дослідження теплового стану елементів судна....	100
<i>Воробйова А. І., Майборода О. В., Петков І. В., Бразінець О. В.</i> Відкриті студентські математичні олімпіади в умовах співпраці університетів як фактор формування наукового світогляду студентів	101
<i>Саченко П. П.</i> Определение статических прогибов частично нагруженной прямоугольно мембраны.....	103

ПІДСЕКЦІЯ: Комп'ютерна інженерія

<i>Бєлозьоров Ж. О.</i> Методи виявлення та відображення на картах рухомих об'єктів за даними мобільної гетерогенної мережі в системах ведення бою	109
<i>Бурлаченко І. С., Денісов О. О., Журавська І. М.</i> Вибір апаратної платформи для проектування та реконфігурації рухомих об'єктів моніторингових мереж.....	113
<i>Корецька О. О.</i> До питання побудови поліметричних інформаційно-вимірювальних систем із живленням від енергії вимірювального сигналу.....	115
<i>Ликов Р. С.</i> Дослідження можливостей, проблем та розробка програмного модуля оптичної навігації для локальної системи рухомого об'єкта.....	116
<i>Шуляков Д. О.</i> Дослідження та побудова СППР для обробки, аналізу та зберігання даних для керування рухомою моніторинговою мережею	118

Редактори *С. Сидоренко, О. Супрун*. Технічний редактор *С. Сидоренко*.
Технічний редактор, комп'ютерна верстка *А. Іщенко*.
Друк, фальцювально-палітурні роботи *С. Волинець*.

Підп. до друку 05.11.2015.
Формат 60x84¹/₁₆. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 7,21. Обл.-вид. арк. 5,31.
Тираж 55 пр. Зам. № 4736.

Видавець і виготовлювач: ЧДУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: rector@chdu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3460 від 10.04.2009.

