

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**МАТЕРІАЛИ
II НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ, СИСТЕМИ ТА
ТЕХНОЛОГІЇ»**



25 квітня 2012 р.

ТЕРНОПІЛЬ

Матеріали II науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 25 квітня 2011). – Тернопіль ТНТУ, 2012 – с. 82

В збірнику надруковано тези доповідей I науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 25 квітня 2012р.) за такими науковими напрямками: математичне моделювання; інформаційні системи; комп'ютерні системи та мережі; програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем; новітні фізико-технічні та освітні технології.

Розрахований на науковців, викладачів та студентів вузів.

Додрукова підготовка: асист. Прошин С.Ю.

Адреса конференції:

46001, м.Тернопіль, вул. Руська.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Тел. (0352) 52-41-33, e-mail: conffis@gmail.com

Програмний комітет конференції:

Голова

М. Митник – в.о. першого проректора, к.т.н., доцент

Співголова

О. Мацюк – в.о. декана ФІС, к.т.н., доцент

Науковий секретар

Г. Осухівська – доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж, к.т.н., доцент

Члени програмного комітету:

д.ф.-м.н., професор В.Кривень,

д.т.н., професор М. Приймак,

д.ф.-м.н., професор Л.Дідух,

д.т.н., професор С. Лупенко,

д.т.н., професор М.Карпінський,

к.т.н., доцент М. Петрик.

Організаційний комітет конференції:

Голова організаційного комітету

І. Баран – доцент кафедри інформатики та математичного моделювання, к.т.н., доцент

Члени організаційного комітету:

к.ф.-м.н., доцент О. Крамар,

асистент С. Прошин,

асистент Л. Рогатинська,

аспірант О. Керенцева

аспірант Б. Головатий.

Напрямки роботи конференції

1. Математичне моделювання
2. Інформаційні системи
3. Комп'ютерні системи та мережі
4. Програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем
5. Новітні фізико-технічні та освітні технології

СЕКЦІЯ 1. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 539.37

О. Шаблій, М. Михайлишин, В. Михайлишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ДОДАТКОВИХ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ В ТОНКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНКАХ ІЗ ЗАДАНИМИ ПОЛЯМИ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ

Розглядається тонка циліндрична оболонка із залишковими напруженнями, деформаціями і переміщеннями, які виникли внаслідок деякої технологічної операції. Будемо надалі позначати ці поля рискою зверху. Ставиться задача знайти таке поле додаткових пластичних деформацій як можна меншої інтенсивності, накладання якого на існуюче поле приведе до результуючого поля залишкових напружень мінімальної інтенсивності.

Функціонал якості приймаємо у вигляді

$$I = \int_0^L [\alpha N_2^2 + \beta(E_1^{p^2} + E_2^{p^2}) + \gamma(K_1^{p^2} + K_2^{p^2})] dX,$$

де α, β, γ - вагові коефіцієнти, N_2 - кільцеве зусилля, $E_i^p = \int_{-h/2}^{h/2} (\bar{\varepsilon}_{ii}^p + \tilde{\varepsilon}_{ii}^p) dz = \bar{E}_i^p + \tilde{E}_i^p$,

$K_i^p = \int_{-h/2}^{h/2} (\bar{\varepsilon}_{ii}^p + \tilde{\varepsilon}_{ii}^p) z dz = \bar{K}_i^p + \tilde{K}_i^p$ - узагальнені пластичні деформації. Хвилькою зверху позначені додаткові пластичні деформації. З умови стаціонарності розширеного функціоналу задачі отримано повну систему рівнянь прямої і спряженої задачі і відповідні граничні умови

$$\frac{dN_1}{dX} = 0, \quad \frac{dM_1}{dX} = Q_1, \quad \frac{dQ_1}{dX} = \frac{N_2}{R} - q_n, \quad \frac{dW_1}{dX} = \theta_1, \quad \frac{d\theta_1}{dX} = -\chi_1, \quad \frac{dU}{dX} = \varepsilon_{10},$$

$$\frac{d\lambda_1}{dX} = 2\alpha v [v N_1 + E_0 (\frac{hW}{R} - E_2^p)] - \frac{\lambda_3 v}{R} - \frac{\lambda_6 (1-v^2)}{E_0 h}, \quad \frac{d\lambda_2}{dX} = \frac{12(1-v^2)}{E_0 h} \lambda_5, \quad \frac{d\lambda_3}{dX} = -\lambda_2,$$

$$\frac{d\lambda_4}{dX} = 2\alpha E_0 (\frac{hW}{R} - E_2^p) \frac{E_0 h}{R} - \frac{\lambda_3}{R^2} E_0 h + \frac{\lambda_6 v}{R}, \quad \frac{d\lambda_5}{dX} = -\lambda_4, \quad \frac{d\lambda_6}{dX} = 0,$$

$$N_2 = v N_1 + E_0 (\frac{hW}{R} - E_2^p), \quad \varepsilon_{10} = \frac{(1-v^2)}{E_0 h} N_1 - v \frac{W}{R} + \frac{1}{h} (E_1^p + v E_2^p),$$

$$\chi_1 = \frac{12(1-v^2)}{E_0 h} M_1 + \frac{12}{h^3} (K_1^p + v K_2^p), \quad K_1^p = -\lambda_5 \frac{6}{\gamma h^3}, \quad K_2^p = -\lambda_5 \frac{6v}{\gamma h^3},$$

$$E_1^p = \frac{\lambda_6}{2\beta h}, \quad E_2^p = \frac{1}{2(\alpha E_0^2 + \beta)} \{ 2\alpha E_0 (v N_1 + E_0 \frac{hW}{R}) - \frac{\lambda_3 E_0}{R} + \frac{\lambda_6 v}{h} \}.$$

$$U = 0, \quad Q_1 = 0, \quad \theta_1 = 0, \quad \lambda_1 = 0, \quad \lambda_2 = 0, \quad \lambda_4 = 0 \quad \text{при } X = 0$$

$$W = 0, \quad M_1 = 0, \quad U = 0, \quad \lambda_1 = 0, \quad \lambda_3 = 0, \quad \lambda_5 = 0 \quad \text{при } X = L$$

Граничні умови записані для випадку, коли оболонка закріплена в осьовому напрямку на краю $X=L$. Отримана крайова задача розв'язана чисельно з використанням методу дискретної ортогоналізації Годунова.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СТВОРЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НА ПОВЕРХНІ СПРАЦЬОВАНОГО МЕТАЛЕВОГО КОЛЕСА, КОЛИ ТЕМПЕРАТУРА ПЕРЕВИЩУЄ ТЕМПЕРАТУРУ ТОЧКИ КЮРІ

Розроблено математичну модель для визначення джерел нагріву, коли температура на торці колеса перевищує температуру Кюрі, яка необхідна для одночасного нагрівання спрацьованого металевого колеса по всій робочій поверхні з метою нарощування його методом заливки рідкого металу в тигель і схоплення його з робочою поверхнею колеса.

Напруженість електричного поля є індукованою в металевому колесі. Найбільш важливим є той факт, що ця напруженість викликає (індукує) джерело нагріву. Також дуже важливо є те, що джерело нагріву зосереджується при поверхневій зоні, а поза цією зоною теплота поширюється через теплопровідність матеріалу. Тому в нашому випадку процес повинен бути швидкоплинним, щоб встигнути його виконати. Питома потужність теплових джерел визначається через напруженість електричного поля за допомогою формули:

$$W_{41} = \frac{\gamma_{41}}{2} \dot{E}_{m41} \dot{E}_{m41}^* \quad (1)$$

Користуючись формулами проведені обчислення питомої потужності теплових джерел W_{41} в залежності від частоти струму, величини струму, кількості витків індуктора, а також продемонстрована можливість досягнення температури 1450 °С на торці колеса для різних параметрів індуктора та часу нагрівання.

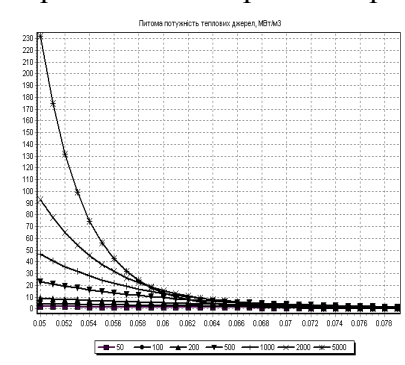


Рисунок 1 – Залежність питомої потужності теплових джерел в колесі W_{41} від біжучої координати при тривалості нагрівання $t=600$ с і при різних значеннях частоти f при струмі $I=1000$ А, коли індуктор має $N=7$ витків.

Досліджено, що залежності величини змінної потужності теплових джерел, яка генерується в колесі, від частоти струму, глибини проникнення джерела в колесо. З графіка видно, що при зростанні частоти від 50 Гц до 5000 Гц питома потужність джерел нагріву на поверхні зростає більш як у 80 разів, а вже на глибині 0,002 м вона зменшується майже у 1,8 разів, а на глибині 0,015 м вона майже згасає. Інтенсивно зростає також питома потужність джерел нагрівання з ростом сили струму в індукторі. При збільшенні сили струму в 7 разів питома потужність теплового джерела зростає майже в 50 раз. Дуже важливо, що індуктор був сконструйований так, щоб на його висоті, яка дорівнює висоті ободу колеса поміститься якнайбільше витків (при умові виконання умови недопустимості пробою) і з ростом числа витків індуктора також росте величина питомої потужності теплових джерел. З рис.1 видно, що із збільшенням числа витків у 5 разів питома потужність теплового джерела, індукованого індуктором, в колесі зростає більше, як в 25 раз. Головна частина питомої потужності теплового джерела зосереджена на невеликій глибині і росте з ростом частоти в процесі досягнення на ободі колеса 1450 °С. Цей нагрів можна вважати поверхневим.

РОЗРАХУНОК СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ІНДУКТОРА ПРИ ПАРАЛЕЛЬНОМУ З'ЄДНАННІ З НИМ ЄМНОСТІ

Визначено силу струму та його частоту, розраховано геометричні розміри та розміщення індуктора відносно поверхні колеса, а також фізичні властивості матеріалу індуктора, необхідні для створення на підготовленій поверхні спрацьованого металевого колеса температури, при якій матеріал колеса активно взаємодіє з розплавленим металом в тиглі. При паралельному з'єднанні індуктивності та ємності будемо мати випадок створення резонансу струмів, що дає помітне зменшення спожитого струму з мережі. Однак у внутрішньому колі протікають струми величиною значно більші в порівнянні з струмом, що циркулює у зовнішньому контурі.

В такому колі (рисунок 1) напруга на паралельних витках однакова, а струм дорівнює геометричній сумі струмів вузла.

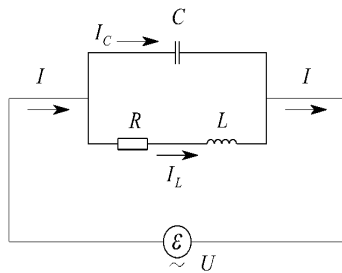


Рисунок 1 – Схема підключення індуктора при паралельному з'єднанні з ним ємності

Тоді струм в колі з опором R , індуктивністю L і ємністю C буде дорівнювати

$$\begin{aligned} \dot{I} &= \frac{U}{R+i\omega L} + U \cdot i \cdot \omega C = U \left(\frac{R-i\omega L}{R^2+\omega^2 L^2} + i\omega C \right) = \\ &= \frac{U \cdot R}{R^2+\omega^2 L^2} - i \frac{U}{R^2+\omega^2 L^2} [\omega L - \omega C (R^2+\omega^2 L^2)] \end{aligned} \quad (1)$$

Таким чином, при умові $\omega \cdot L - \omega \cdot C (R^2 + \omega^2 \cdot L^2) = 0$,

електричне коло поводить себе як коло тільки з активним опором.

Зсув фаз між зовнішнім напруженням і силою струму дорівнює нулю.

Останню умову перепишемо у вигляді

$$\frac{1}{\omega \cdot C} - \omega \cdot L = \frac{R^2}{\omega \cdot L}; \quad \frac{R^2}{\omega \cdot L} + \omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (3)$$

або

$$C = \frac{1}{\omega \cdot \left(\frac{R^2}{\omega \cdot L} + \omega \cdot L \right)}; \quad I = I_L + I_C.$$

В більшості практично важливих випадків $\omega \cdot L \gg R$, а тому, враховуючи (3), з великою точністю можна вважати, що

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}. \quad (4)$$

При резонансній частоті імпеданс кола досягає максимуму, сила струму I_0 – мінімуму, а сили струму I_L і I_C при цьому є максимальні.

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ГАЗОСПОЖИВАННЯ МІСТА МЕТОДОМ ЕМПІРИЧНОЇ МОДОВОЇ ДЕКОМПОЗИЦІЇ (EMD)

Процеси газоспоживання формуються значною кількістю випадкових факторів і носять складний характер. Дослідження характеристик таких процесів, в більшості випадків, потребує попередньої статистичної обробки реальних даних вимірювань з метою створення математичної моделі. В даній доповіді запропоновано використання методу емпіричної модової декомпозиції (Empirical mode decomposition, EMD) для статистичної обробки часового ряду газоспоживання міста, з метою розбиття часового ряду на адитивні складові і подальшої побудови математичних моделей.

Повна процедура розкладу аналізу даним методом складається з двох основних етапів: емпіричної модової декомпозиції (EMD) та подальшого Гільбертового спектрального аналізу (HSA). Метод був запропонований Норденом Хуангом в 1995 році США (NASA) під час дослідження поверхневих хвиль тайфунів. Ґрунтується на чисельних методах виділення адитивного базису на основі аналізу характеру самого часового ряду та застосовується для аналізу нелінійних нестационарних часових рядів [1].

Результатом такого розкладу буде представлення як суми модових функцій та залишку:

$$X(t) = \sum_{j=1}^n c_j(t) + r_n(t) \quad (1)$$

де n – кількість емпіричних модових функцій, що встановлюються в ході ітераційної обчислювальної процедури.

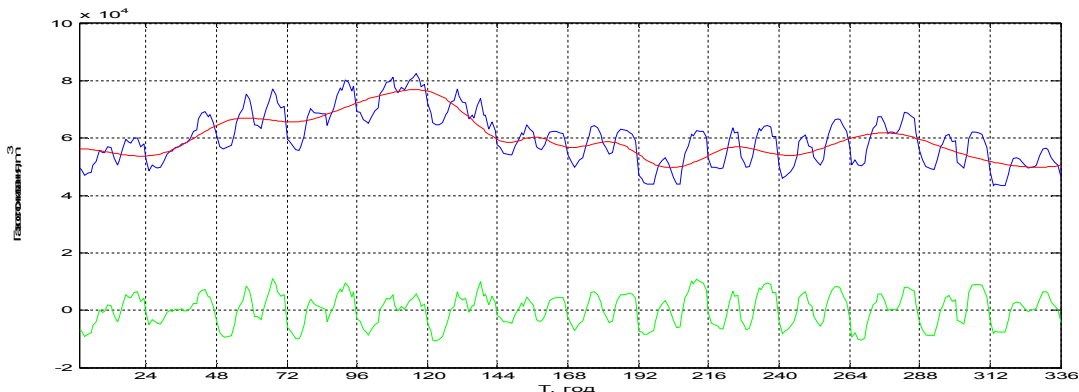


Рисунок 1 – Виділення тренду в часовому ряду газоспоживання методом EMD

Це дало можливість виділити адитивні компоненти розкладу річного часового ряду газоспоживання міста на адитивні компоненти.

Після EMD процедури і отримання внутрішніх модових функцій (IMF) стає можливим обчислення фізично значимих миттєвих частот за допомогою перетворення Гільберта і отримання їх частотно-часового представлення, так званий Гільбертовий спектральний аналіз. У доповіді розглянуто програмну реалізацію методу в середовищі MATLAB.

УДК 519.216

Б. Млинко, М. Фриз

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВЛАСТИВОСТІ МОМЕНТНИХ ФУНКЦІЙ УМОВНИХ ЛІНІЙНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

Розробка та впровадження комп'ютеризованих інформаційних систем обробки стохастичних сигналів та полів є актуальною науково-технічною проблемою при вирішенні завдань технічної та медичної діагностики, автоматизованого керування та моніторингу, аналізу та прогнозу економічних показників і ресурсоспоживання (електро-, газо-, водоспоживання), комп'ютерного імітаційного моделювання досліджуваних сигналів та шумів та ін.

Одним з найважливіших етапів в даному контексті є побудова адекватних математичних моделей інформативних сигналів та завад, які б відображали фізичні механізми їх породження, були придатними для вирішення задач ідентифікації своїх характеристик за результатами спостережень та побудови на їх основі комп'ютерних імітаційних моделей.

У теоретичних та прикладних задачах математичного, комп'ютерного моделювання та обробки випадкових сигналів дуже поширеними є лінійні моделі. Зокрема, властивості лінійних випадкових процесів дозволяють використовувати їх для здійснення ймовірнісного аналізу розподілів досліджуваних сигналів методом характеристичних функцій, вивчати ймовірнісні властивості їх перетворень лінійними та нелінійними системами, знаходити моментні та кумулянтні функції будь-яких порядків. Лінійний випадковий процес з неперервним часом зображається як стохастичний інтеграл від *невипадкової* функції (ядра) за процесом з незалежними приростами (породжуючий процес). Дуже поширеною такою моделлю є в тих прикладних областях, де досліджуваний сигнал можна зобразити у вигляді суми великого числа *незалежних* імпульсів, які виникають у пуассонівські моменти часу. При цьому "форма" імпульсів задається невідповідним ядром, а їх "амплітуди" – приростами породжуючого процесу. Однак в багатьох задачах (завади в системах радіолокації, електрофізіологічні сигнали, процеси газо- та водоспоживання та ін.) ці імпульси є випадковими і, в загальному випадку, стохастично *залежними* функціями, що приводить до проблеми побудови математичних моделей типу лінійних процесів, але з випадковим ядром. Такі моделі ми називаємо умовними лінійними випадковими процесами (УЛВП).

У доповіді означено умовний лінійний випадковий процес як стохастичний інтеграл від *випадкової* функції за процесом з незалежними приростами, наведено вирази для математичного сподівання та кореляційної функції означеного процесу, показано умови, за яких він буде стаціонарним у широкому розумінні, а також періодично корельованим випадковим процесом. Це дозволяє обґрунтовано використовувати УЛВП у задачах математичного моделювання стохастичних сигналів із відповідними властивостями (стаціонарності чи періодичної корельованості).

Для випадку породжуючого процесу без гауссівської компоненти УЛВП (на відміну від лінійного процесу) дозволяє здійснювати математичне моделювання сигналів у вигляді суми стохастично *залежних* випадкових імпульсів, що виникають у пуассонівські моменти часу.

У доповіді розглянуто також застосування УЛВП для задачі математичного моделювання електрофізіологічних сигналів мозку людини з врахуванням біофізичних закономірностей їх породження.

УДК 536.24

М. Михайлишин, Г. Семенишин, О. Децик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ВНУТРІШНІХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА, ЯКІ СТВОРЮЮТЬ ЗАДАНИЙ РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ

Розглядається циліндрична деталь у вигляді довгого порожнинного циліндра, в якому потрібно за допомогою внутрішніх джерел тепла за заданий час τ^* створити температурне поле, близьке до заданого T_0 .

Функція мети приймається у вигляді:

$$J = \int_{R_1}^{R_2} [T(r, \tau^*) - T_0(r)]^2 r dr + \int_0^{\tau^*} \int_{R_1}^{R_2} W^2(r, t) r dr dt$$

Необхідно мінімізувати функціонал J при виконанні умов:

$$c\rho \frac{dT}{dt} = \lambda \left(\frac{d^2T}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dT}{dr} \right) + W(r, t)$$

$$\frac{dT}{dr} + R_2 T = 0 \text{ при } r = R_2; \quad \frac{dT}{dr} - R_1 T = 0 \text{ при } r = R_1; \quad T = 0 \text{ при } t = 0.$$

З умов стаціонарності розширеного функціонала знаходимо спряжену задачу

$$\frac{d^2 \bar{T}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\bar{T}}{dr} + \frac{c\rho}{\lambda} \frac{d\bar{T}}{dt} = 0$$

$$\frac{d\bar{T}}{dr} + k_2 \bar{T} = 0, \text{ при } r = R_2$$

$$\frac{d\bar{T}}{dr} - k_1 \bar{T} = 0, \text{ при } r = R_1$$

$$\bar{T}(r, \tau^*) = 2 [T(r, \tau^*) - T_0(r)].$$

і оптимальний розподіл теплових джерел $W = \frac{1}{2\lambda} \bar{T}$.

Пряму і спряжену задачу задачі розв'язуємо з використанням методу Фур'є.

Оптимальний закон розподілу питомої потужності джерел такий:

$$W(r, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2t_k \mu_k^2 e^{a^2 \mu_k^2 (t - \tau^*)}}{1 + 2\lambda \mu_k^2 - e^{-2a^2 \mu_k^2 \tau^*}} \bar{R}_k(r), \text{ де}$$

$$\bar{R}_k(r) = \frac{[R_2 Y_0(\mu_k R_2) - \mu_k Y_1(\mu_k R_2)] J_0(\mu_k r) - [R_2 J_0(\mu_k R_2) - \mu_k J_1(\mu_k R_2)] Y_0(\mu_k r)}{[k_2 J_0(\mu R_2) - \mu J_1(\mu R_2)] \cdot [k_1 Y_0(\mu R_1) + \mu Y_1(\mu R_1)] - [R_2 Y_0(\mu R_2) - \mu Y_1(\mu R_2)] \cdot [R_1 J_0(\mu R_1) + \mu J_1(\mu R_1)]} = 0$$

де μ_k – власні числа задачі, які є додатніми коренями рівняння

$$[k_2 J_0(\mu R_2) - \mu J_1(\mu R_2)] \cdot [k_1 Y_0(\mu R_1) + \mu Y_1(\mu R_1)] - [R_2 Y_0(\mu R_2) - \mu Y_1(\mu R_2)] \cdot [R_1 J_0(\mu R_1) + \mu J_1(\mu R_1)] = 0$$

а, y^0 , Y_0 , J_0 – функції Бесселя.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВОДОСПОЖИВАННЯ

Імітаційна модель, яка достатньо відображає властивості досліджуваного об'єкта, і відповідає задачам, для яких цей об'єкт вивчається, суттєво спрощує проведення самих досліджень. Зокрема, якщо проведення експерименту вимагає значних економічних, технічних чи часових затрат, то імітаційна модель дозволяє досліджувати ймовірнісні характеристики не вдаючись до такого експерименту.

Імітаційну модель водоспоживання розроблено на основі її моделі у вигляді періодичної авторегресії:

$$\tilde{\xi}_t = m_t + \xi_t, t \in \mathbf{Z}, \quad (1)$$

де: $m_t = \mathbf{M}\tilde{\xi}_t$ – математичне сподівання послідовності $\tilde{\xi}_t$, детермінована функція, що задовольняє умові $m_t = m_{t+T}$;

ξ_t – центрована ($\mathbf{M}\xi_t = 0$) послідовність періодичної авторегресії у вигляді:

$$\xi_t = \sum_{k=1}^p a_k(t) \xi_{t-k} + b(t) \eta_t, \quad (2)$$

де p – порядок авторегресії;

$a_k(t)$ – періодичні параметри авторегресії, $a_k(t) = a_k(t+T), k = \overline{1, p}$;

η_t – центрований білий шум з дисперсією 1;

$b(t)$ – детермінована періодична функція, $b(t) = b(t+T)$.

Змодельємо послідовність η_t як білий шум з розподілом, наближеним до гауссівського із параметрами $N(0,1)$:

$$\eta'_t = \sum_{k=0}^{11} (u_{12t+k} - 6), t = 0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

де $u_k, k = (-\infty; \infty)$ – послідовність випадкових величин з рівномірним розподілом в інтервалі $[0; 1]$.

Імітаційна модель водоспоживання має вигляд:

$$\xi'_t = \sum_{k=1}^p \hat{a}_k(t) \xi'_{t-k} + \hat{b}(t) \eta'_t, \quad (4)$$

де $\hat{a}_k(t), \hat{b}_k(t)$ – оперативні оцінки параметрів авторегресії.

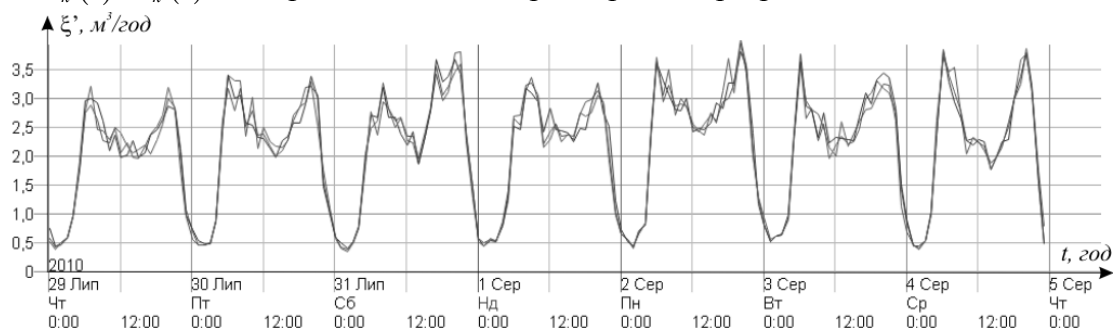


Рисунок 1 – Декілька реалізацій імітаційної моделі водоспоживання.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ

Математичне моделювання таких процесів як зварювання та наплавлювання в багатьох випадках здійснюється з використанням теорії течіння [1]. В таких процесах є інтенсивний нагрів на початковому етапі та подальше охолодження, тому для їх моделювання можна використати деформаційну теорію термопластичності, якщо її узагальнити на випадок виникнення повторних пластичних деформацій.

Основні співвідношення деформаційної теорії термопластичності, узагальнені на випадок розвантаження з виникненням пластичних деформацій, і орієнтовані на випадок використання методу додаткових деформацій, можуть бути записані в такому вигляді [2]:

$$\varepsilon_{ij}^{(k)} = \frac{1}{2G} \left(\sigma_{ij}^{(k)} - \frac{3\nu}{1+\nu} \delta_{ij} \sigma_0^{(k)} \right) + \delta_{ij} \varepsilon_T + \varepsilon_{ij}^{p(k-1)},$$

$$\varepsilon_{ij}^{p(k)} = \varepsilon_{ij}^{p'} + \frac{\bar{\psi}^{(k)} - 1}{\bar{\psi}^{(k)}} \left(\varepsilon_{ij}^{(k)} - \varepsilon_{ij}^{p'} - \delta_{ij} \varepsilon_0^{(k)} \right), \quad \bar{\psi}^{(k)} = 3G \frac{\bar{\varepsilon}_i^{(k)}}{\sigma_{id}^{(k)}}$$

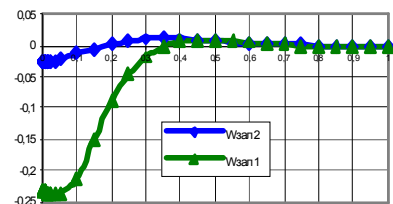
де σ_0 , ε_0 – середні напруження і деформація, $\bar{\varepsilon}_i$ – компоненти девіаторів тензорів деформацій. Штрихом позначені величини, які були зафіксовані в момент початку розвантаження.

Розглядається зварювання двох тонких циліндричних оболонок. Зварювання виконується одночасно по всій довжині шва, умови закріплення і нагріву оболонок такі, що має місце осесиметричний напружений стан.

Рівняння теплопровідності оболонок в припущенні про лінійний розподіл температури по товщині і конвективний теплообмін із зовнішнім середовищем отримані в роботі [2]. Зварювання здійснюється за допомогою внутрішніх джерел постійної потужності w_{i0} , які рівномірно розподілені в області $0 \leq x \leq x_0$, $|\zeta| \leq 1/2$ протягом часу $\tau \leq \tau_{\max}$. Моделювалося 2 випадки: безпосередньо зварювання та зварювання попередньо деформованих внутрішнім розподіленням навантаженням циліндричних оболонок.

Будемо вважати, що справедлива гіпотеза Кірхгофа-Лява для розподілу повних деформацій по товщині оболонок, та має місце плоский напружений стан. Основні рівняння деформаційної теорії термопластичності з використанням методу додаткових деформацій отримані в роботі [2]. Крайові задачі розв'язуються методом дискретної ортогоналізації Годунова. Розроблено числовий метод, який дозволяє враховувати розвантаження з виникненням повторних пластичних деформацій.

На рисунку наведені графіки залежності прогину серединної поверхні від координати для кожного випадку зварювання. У випадку попередньо деформованої циліндричної оболонки залишкові деформації після зварювання на порядок нижчі.



1. Махненко В.И. Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. / Махненко В.И. – К.: Наукова думка, 1976. – 320 с.
2. Михайлишин М. Проблеми утворення залишкових напружень і деформацій при зварюванні. / М. Михайлишин // Вісник Тернопільського державного університету. – 2010. – Том 15. – №4. – С. 19-26.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЙ

Моделювання температурних полів в тонкостінних елементах конструкцій в основному здійснюють в припущенні про лінійний розподіл температури за товщиною. Однак процеси зварювання характеризується значними градієнтами температури і така модель буде давати значні похибки.

Шукаємо розв'язок рівняння теплопровідності у вигляді ряду по степенях координати вздовж товщини оболонки:

$$t(\alpha, \beta, \gamma, \tau) = \sum_{l=0}^m T_l(\alpha, \beta, \tau) \gamma^l \quad (1)$$

Введемо інтегральні характеристики температури та інтенсивності теплових джерел за формулами $\theta_p = \int_{-h/2}^{h/2} t \gamma^p d\gamma$, $w_p = \int_{-h/2}^{h/2} W_0 \gamma^p d\gamma$. Вважаючи, що на поверхнях $\gamma = \pm h/2$ відбувається конвективний теплообмін із зовнішнім середовищем для випадку $h = const$ отримаємо таку систему рівнянь для знаходження θ_p :

$$\Delta \theta_p - k^2 \theta_p + p(p-1) \theta_{p-2} - \left(\frac{h}{2}\right)^{p-1} \left\{ \frac{h}{2\lambda} [\alpha_2 (t^+ - \theta_{2c}) + \right. \\ \left. + (-1)^p \alpha_1 (t^- - \theta_{1c}) \right] + p [t^+ + (-1)^p t^-] \left. \right\} - \frac{1}{a} \frac{\partial \theta_p}{\partial \tau} = -\frac{w_p}{\lambda}, \quad (2)$$

де t^+ і t^- – значення температури на поверхнях $\gamma = \pm h/2$. Виключаючи ці величини з рівнянь (2) для випадку кубічного розподілу температури за товщиною і при симетричних умовах на лицьових поверхнях отримаємо таку систему рівнянь для знаходження інтегральних характеристик температури

$$\Delta \theta_p - k^2 \theta_p + p(p-1) \theta_{p-2} - \frac{1}{a} \frac{\partial \theta_p}{\partial \tau} - \left(\frac{h}{2}\right)^{p-1} \cdot \left\langle \frac{1}{4} \left[\left(\frac{h}{2}\right)^{-1} p + \frac{\alpha}{\lambda} \right] \left\{ 3(1+(-1)^p) \left[5\theta_2 \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} - \theta_0 \right] + \right. \right. \\ \left. \left. + 5 \left(\frac{h}{2}\right)^{-1} (1-(-1)^p) \left[7\theta_3 \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} - 3\theta_1 \right] \right\} - \frac{\alpha}{\lambda} \frac{h}{2} \theta_c (1+(-1)^p) \right\rangle = -\frac{w_p}{\lambda}, \quad p = 0, 1, 2, 3$$

Для знаходження однозначного розв'язку цієї системи необхідно додати граничні умови на контурі оболонки.

Температура в будь-якій точці оболонки обчислюється за формулою

$$t(\alpha, \beta, \gamma, \tau) = \frac{15}{8} \left(\frac{h}{2}\right)^{-1} \left\{ \theta_0 \left(\frac{3}{5} - \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} \gamma^2 \right) + \theta_1 \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} \gamma \left(5 - 7 \left(\frac{h}{2}\right)^{-1} \gamma^2 \right) - \right. \\ \left. - \theta_2 \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} \left(1 - 3 \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} \gamma^2 \right) - 7\theta_3 \left(\frac{h}{2}\right)^{-4} \gamma \left(1 - \frac{5}{3} \left(\frac{h}{2}\right)^{-2} \gamma^2 \right) \right\} \quad (4)$$

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ЕЛЕКТРОМОГНІТНИХ ХВИЛЬ

Для нагрівання теплоносія до необхідної температури потрібно створити в технологічному індукторі відповідне електромагнітне поле, для якого мають місце основні поняття та відповідні фізичні закони, що описують ці процеси.

Електромагнітне поле характеризується чотирма векторними величинами: \vec{E} – напруженість електричного поля, \vec{D} – електрична індукція, \vec{H} – напруженість магнітного поля та \vec{B} – магнітна індукція, які зв'язані рівняннями Максвелла:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (2)$$

де магнітна та електрична індукція зв'язані з напруженістю магнітного та електричного полів наступними фізичними залежностями $\vec{B} = \mu_0 \cdot \mu \cdot \vec{H}$, $\vec{D} = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \vec{E}$.

Рівняння (1) та (2) виражають в диференціальній формі закони повного струму і електричної індукції. Другий доданок в правій частині рівняння (1) являє собою густину струму зміщення, яким у провіднику практично можна знехтувати.

Оскільки технологічний індуктор виконаний циліндричної форми, а індуктор виконаний у вигляді соленоїда, і вони розміщені концентрично, тому можна вважати, що електромагнітна хвиля, яку генерує індуктор направлена перпендикулярно до поверхні технологічного індуктора і приблизно вважати плоскою хвилею, яка утворюється векторами \vec{E} і \vec{H} , що мають лише по одній складовій \vec{E}_y і \vec{H}_z .

Тоді, враховуючи вище сказане, рівняння (1) та (2) спростяться і матимуть вигляд:

$$-\frac{\partial H_z}{\partial x} = j_y = \frac{E_y}{\rho} = \gamma \cdot \vec{E} \quad (3)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} = \frac{\partial B_z}{\partial x} = -\mu_0 \cdot \mu \cdot \frac{\partial H_z}{\partial t} \quad (4)$$

Якщо вектори \vec{E} і \vec{H} синусоїдальні функції часу, то

$$H = H_m \cdot e^{i(\omega t + \theta_H)} = H_m \cdot e^{i\theta_H} \cdot e^{i\omega t} = \dot{H}_m \cdot e^{i\omega t} \quad (5)$$

$$\dot{E} = E_m \cdot e^{i(\omega t + \theta_E)} = E_m \cdot e^{i\theta_E} \cdot e^{i\omega t} = \dot{E}_m \cdot e^{i\omega t} \quad (6)$$

Підставляючи вирази (5), (6) в рівняння (3), (4) і скоротивши їх на $e^{i\omega t}$, одержимо рівняння, що мають вигляд:

$$-\frac{d\dot{H}_m}{dx} = \dot{j}_m = \gamma \cdot \dot{E}_m \quad (7)$$

$$\frac{d\dot{E}_m}{dx} = -i \cdot \omega \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot \dot{H}_m \quad (8)$$

Розв'язком цих рівнянь є функції напруженостей електричного та магнітного полів \vec{E} , \vec{H} в довільний момент часу t , та в будь якій точці теплообмінника, яка визначається координатою x . Вони мають вигляд:

$$\dot{E} = \rho \cdot k \cdot \sqrt{2} \cdot H_{me} \cdot e^{k \cdot (x_0 - x)} \cdot e^{i(k \cdot (x_0 - x) + \omega t + \frac{\pi}{4})} \quad (9)$$

$$\dot{H} = H_{me} \cdot e^{k \cdot (x_0 - x)} \cdot e^{i(k \cdot (x_0 - x) + \omega t + \frac{\pi}{4})} \quad (10)$$

Отримано математичні моделі електромагнітного поля в кожній зоні технологічного індуктора, у вигляді системи із двох функцій для напруженостей електричного та магнітного полів.

УДК 519.4, 338.24

¹В. Каспрук, ²М. Каспрук*

¹ (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя),

² (Національний авіаційний університет)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ – ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ БАНКУ

Циклічність у розвитку економічних систем зобов'язує менеджмент банків адекватно реагувати на зміни економічної кон'юнктури для забезпечення стійкості кожної банківської установи окремо і банківської системи в цілому.

Сучасні методики діагностики фінансового стану банку базуються на вивченні, систематизації та обробці великого обсягу інформації, що міститься в офіційній банківській звітності. Крім того, алгоритми розрахунків показників досить громіздкі і не завжди очевидні, тому підсумкові дані не можуть повною мірою доступно і наочно характеризувати фінансову стійкість кредитної організації. Нівелювати ці недоліки і збільшити швидкість реакції на зміни зовнішнього середовища, що визначає успіх в управлінні, дозволяє математичне моделювання діяльності банку. Воно є основним елементом системи підтримки прийняття рішень, оскільки має найменшу серед інших методів, способів і механізмів матеріаломісткість, а також дозволяє підготувати і провести численні експерименти швидко і без соціального ризику.

Математичне моделювання у сфері банківської діяльності є процесом, який практично не піддається науковій формалізації. Мерфі писав, що «важко створити інтегровану теорію банківської фірми, яка одночасно охоплювала б управління ліквідністю, вибір портфеля активів, політику ціноутворення і фізичний процес виробництва». У зв'язку з цим найбільшого поширення мають або часткові моделі, що описують конкретну сферу діяльності банку, або узагальнені повні моделі, які хоча і відображають функціонування банку в цілому, але роблять це досить агреговано.

Вимоги до комплексного підходу при моделюванні банку сформулював Балтенспергер: співвідношення і структура вимог і зобов'язань, розмір власного капіталу банку. Традиційними є стохастичні і детерміновані моделі, а також моделі на основі теорії нечітких множин. Симбіоз цих підходів дозволяє побудувати найбільш адекватну модель діяльності банку. Заснована на поняттях нечіткості, формалізація невизначеності дозволяє об'єднати переваги точних і імовірнісних моделей з суб'єктивними даними та отримати нові розрахункові схеми, які дають можливість вивчати реальність без її деформації.

Основним стрижнем моделювання банківської діяльності є формування розумних альтернатив його розвитку. При цьому слід виходити з того, що, по-перше, банк - це фірма, діяльність якої пов'язана з підвищеними ризиками, що функціонує в умовах невизначеності. По-друге, банк - це установа, що прагне до підвищення своєї прибутковості. Відповідно до цього, двома основними факторами математичного моделювання діяльності банку та стратегії його розвитку є невизначеність і прибутковість. Таким чином, всі відомі моделі діяльності банків не описують в повній мірі об'єкт моделювання. Побудова максимально повної за типами операцій, за функціями моделі, - основне завдання математичного моделювання діяльності банку.

Отже математичне моделювання має стати одним з основних стрижнів в майбутньому для моделювання діяльності банку, бо саме воно допоможе охопити всі аспекти банківської діяльності і дати поштовх правильному напрямку розвитку банку.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЦИКЛІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ

Для задач прогнозування циклічних економічних процесів розроблена велика кількість засобів підтримки прийняття економічних рішень, точність функціонування яких залежить від математичного забезпечення закладеного у програмні засоби.

Аналізу та прогнозуванню циклічних економічних процесів присвячено багато наукових праць [1-5]. Серед відомих підходів до моделювання циклічних економічних процесів можна виділити наступні: детермінований підхід, стохастичний підхід, підхід на основі теорії нейронних мереж та моделей нечіткої математики.

В рамках моделей детермінованого підходу, можна вказати характерний для них недолік – неврахування стохастичної природи циклічного економічного процесу, що зумовлює низьку точність та достовірність методів аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів. До основних недоліків існуючих математичних моделей в рамках стохастичного підходу до аналізу та прогнозування циклічних економічних процесів слід віднести: неврахування спільності ритму циклічного економічного процесу, неврахування функції тренду циклічного економічного процесу, неврахування мінливості ритму циклічного економічного процесу. Недоліками підходу на основі теорії нейронних мереж та моделей нечіткої математики є наступні: невизначеність, суб'єктивізм моделей, обчислювальна складність прогнозування, неврахування циклічної структури ймовірнісних характеристик ряду, неврахування мінливості ритму циклічного економічного процесу, неврахування спільності ритму циклічних економічних процесів.

У роботі [4] вперше обґрунтовано модель типових економічних циклічних процесів у вигляді суми функції тренду та циклічного випадкового процесу. Дана модель враховує циклічність, стохастичність та зміну ритму досліджуваних процесів. У роботі [5] проведено порівняння точності опису циклічного економічного процесу на базі нової моделі у вигляді циклічного випадкового процесу з існуючою моделлю періодичного випадкового процесу та експериментально встановлено, що нова модель дає більшу точність прогнозу у порівнянні з існуючою за результатами обчислення абсолютної похибки прогнозування.

1. А. П. Евсеев Экстраполяция (прогнозирование) пространственно-временных рядов на основе спектральных представлений / Д. А. Евсеев, В. В. Баданов / Вестник ННГУ, серия «Радиофизика». – 2004. – Вып. 1(2). – С. 249–255.

2. E. Ghysels On the periodic structure of the business cycle / E. Ghysels // Journal of Business & Economic Statistics. – 1994. – Vol. 12, № 3 – pp. 289–298.

3. Соловьева Ю. С., Грекова Т.И. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 1(6). – С. 49–59.

4. Горкуненко А.Б. Математичне моделювання економічних циклічних процесів для їх автоматизованого аналізу та прогнозу / А.Б. Горкуненко, С.А. Лупенко, А.М. Луцків // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. — Хмельницький, 2010. — № 3. — С. 269—275.

5. А. Горкуненко Інформаційна технологія прогнозування циклічних економічних процесів / А. Горкуненко, Р. Козак, Я. Литвиненко, С. Лупенко, Ю. Нікольський // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2012. – № 1. – С. 143–154.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГИНУ ЕЛАСТИЧНОЇ СПІРАЛІ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ НАВАНТАЖЕННІ

Одним із ефективних шляхів зменшення травматичного впливу робочих органів гвинтових конвеєрів на вантаж та підвищення експлуатаційних показників конвеєрів є використання еластичних робочих органів. Проте при робочому навантаженні еластичні спіралі прогинаються, що може вплинути на параметри транспортування, а тому задача моделювання прогину еластичної спіралі при навантаженні є актуальною.

В умовах гвинтової симетрії визначення напружено-деформованого стану еластичної гелікоїдальної спіралі з метою забезпечення її несучої здатності можна звести до квазіплоскої задачі шляхом введення спеціальної гвинтової системи координат $Ontb$, в якій осі є годографами векторів відповідного супроводжуючого трикутника, де вісь On направлена по нормалі до твірної гвинтової лінії (співпадає з радіус-вектором Or), Ot - по дотичній до твірної, а Ob - по бінормалі.

Згин довільно вибраного сектора кутом θ_L і переміщення точки E в радіальному напрямку на величину Δn призведе до його деформування (зміни довжини $t_L = \theta_L \sqrt{n^2 + c^2}$) у тангенціальному напрямку на величину Δt_L .

$$\Delta t_L = -\Delta n \cdot dt/dn = -\Delta n \frac{d(\theta_L \sqrt{n^2 + c^2})}{dn} = -\frac{\Delta n \theta_L \sqrt{n^2 + c^2}}{n^2 + c^2} = -k t_L \Delta n, \quad (1)$$

де k - кривина гвинтової твірної лінії профілю радіусом n , $k = n/(n^2 + c^2)$

Відносна деформація по гвинтовій координатній лінії Ot буде

$$\varepsilon_t = -\Delta t / t_L = -k \Delta n. \quad (2)$$

Відносна зміна довжини лінії профілю в радіальному напрямку осі On буде:

$$\varepsilon_n = \frac{ds}{dr} - 1 = \frac{\sqrt{1 + \left(-\frac{cb}{n^2} + \frac{c}{n} \cdot \frac{db}{dn}\right)^2 + \left(\frac{db}{dn}\right)^2} \cdot dn}{d(n + \Delta n)} - 1. \quad (3)$$

Враховуючи те, що згідно (2) $\Delta n = -\varepsilon_t / k$, то згідно залежності (3) рівняння сумісності деформації має вигляд

$$(1 + \varepsilon_n) \left[1 - \varepsilon_t \left(1 - \frac{c^2}{n^2} \right) - \frac{1}{k} \cdot \frac{d\varepsilon_t}{dn} \right] = \sqrt{1 + \left(\frac{c}{n}\right)^2 \left(\frac{db}{dn} - \frac{b}{n}\right)^2 + \left(\frac{db}{dn}\right)^2}. \quad (4)$$

Для оцінки похідної $b' = db/dn$, криву прогину $b = b(n) = f(n)$ апроксимували степеневою функцією

$$b = a_b (n - r_0)^\gamma; \quad \frac{db}{dn} = a_b \gamma (n - r_0)^{\gamma-1}, \quad (5)$$

де a_b та γ - параметри моделі, які визначаються за експериментальними даними.

Після відповідних спрощень умова сумісності деформацій буде

$$\varepsilon_n + \left(\frac{c^2}{n^2} - 1\right) \varepsilon_t - \frac{1}{k} \cdot \frac{d\varepsilon_t}{dn} = 0,5 \{ a_b^2 \gamma^2 (n - r_0)^{2\gamma-2} + [c^2 a_b^2 (n - r_0)^{2\gamma-2} / n^2] (\gamma - 1 + r_0 / n)^2 \} \quad (6)$$

Залежність (6) є ключовою для побудови алгоритму і програми визначення деформацій та напружень при прогині еластичної спіралі при її навантаженні.

ОЦІНКА ЗМІННОГО ПЕРІОДУ ТА ЗМІННОЇ ЧАСТОТИ ФУНКЦІЙ ІЗ ЗМІННИМ ПЕРІОДОМ

Крім ритмічних (стохастично періодичних, циклічних) сигналів з постійним періодом, для опису яких використовуються періодичні функції або періодичні випадкові процеси, існують ритмічні сигнали, період яких змінюється. В [1] для обґрунтування моделей такого роду сигналів вперше було введено нові класи функцій і процесів. Це періодичні функції із змінним періодом та періодичні процеси із змінним періодом.

Означення 1. Функція $f(t), t \in (-\infty, \infty)$, називається періодичною із змінним періодом, якщо значення функції повторюється через деякий період, який в свою чергу теж є функцією, тобто

$$f(t) = f(t + T(t)), \quad (1)$$

де $T(t)$ – період, що є неперервною функцією часу.

Якщо в (1) $T(t) = T = const$, отримуємо класичне означення періодичної функції.

Однією із задач пов'язаних із дослідженням таких функцій є оцінка змінного періоду, зокрема записати аналітичний вираз оцінки. В 2005-07 роках співавторами статті [1] проводилися дослідження, метою яких було знаходження оцінки змінного періоду серцебиття (що еквівалентно оцінці змінної частоти серцебиття) після фізичного навантаження, якому піддавався пацієнт. В цій роботі подібні дослідження продовжено і суть їх полягає в наступному.

Фізичні навантаження було вибрано у вигляді певної кількості присідань (в даному випадку 20 присідань). Після цього в деякі фіксовані моменти часу визначалися значення періоду $T(t_i)$ та відповідні значення частоти $f(t_i)$. Попередній аналіз динаміки зміни частоти показував, що для апроксимації значень частоти підходить експоненційна функція $f(t) = a + be^{-\alpha t}$. Маючи масив значень частоти $f(t_i), i = 1, \dots, n$, конкретного пацієнта, методом найменших квадратів знаходяться значення a, b та α . Отримані в результаті дослідження значення параметрів a, b, α можуть бути використані як діагностичні ознаками пацієнта та використовуватися в медичній практиці загального та спеціального призначення.

Як приклад, на рисунку 1, наведені графіки змінної частоти $f(t)$ та змінного періоду $T(t)$ серцебиття пацієнта, а в таблиці 1 подані відповідні значення a, b, α .

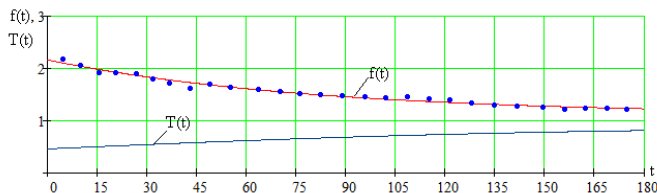


Рисунок 1 – графіки змінної частоти $f(t)$ та змінного періоду $T(t)$ серцебиття пацієнта.

Таблиця 1. Значення a, b, α .

	a	b	α
П1	1.117	1.047	0.012

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ

На сьогодні найбільш доступним засобом діагностики стану серця залишається електрокардіограма, що є графічним відображенням електричних потенціалів серця [1]. Важливими складовими при діагностиці та лікуванні серця є попередня обробка сигналу та його візуалізація, на базі якої лікар і приймає рішення щодо подальшого лікування.

Одержання сигналу ЕКГ в значній мірі залежить від обладнання, однак більш важливим питанням є інтерпретації одержаних результатів дослідження. При переході на цифровий запис ЕКГ з'явилась можливість використання ЕОМ при діагностиці та лікуванні. В допомогу лікарям розроблено ряд програмних продуктів, що дають змогу досить зручно відображати необхідні відведення та серцевий ритм в режимі реального часу, а також аналізувати отриманні результати. Серед таких програм є ряд відкритих продуктів, таких як ECG-Viewer, ECG-Monitor, Visual SCP Reader-Writer Application, Visual SCP Reader Application та інші. Вони працюють з відкритим стандартом запису ЕКГ – SCP-ECG standard (CEN ENV 1064), проте комерційні проекти використовують свій власний формат, сумісний тільки з власним програмним забезпеченням. Розвитком відкритого програмного забезпечення займається OpenECG Network, метою якого є, в першу чергу, зробити більш доступною кардіодіагностику в медичних закладах, що не можуть собі дозволити дороге обладнання.

Окрім відображення результатів, розроблено ряд систем підтримки прийняття медичних рішень, що допомагають лікарям в прийнятті рішень стосовно діагнозу та подальшого лікування.

Системи підтримки прийняття медичних рішень – це комп'ютерний алгоритм, що допомагає медичним працівникам і складається з декількох компонент діагностичного процесу [2]. В роботі [3] наведено підходи до побудови таких систем, а також принципи їх роботи.

В доповіді розглянуто основні можливості програм візуалізації ЕКГ, проведено порівняльний аналіз відкритих та комерційних продуктів, розглянуто основні підходи до побудови систем підтримки прийняття діагностичних рішень, а також перспективи розвитку кардіодіагностики та впровадження телемедицини.

1. Швед М.І., Гребеник М.В., Основи практичної електрокардіографії//Укрмедкнига, 2000.
2. R. A. Miller, A. Geissbuhler, in Clinical Decision Support Systems E. S. Berner, Ed. (Springer-Verlag, New York, 1999), vol. 3-34.
3. Н.Б. Шаховська, Аналіз методів підтримки прийняття рішень у лікувальних системах / Н.Б. Шаховська, Н.І. Мельникова // Математичні машини і системи, 2011, № 2

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЗВАРНИХ ФЕРМ ЗА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Досліджено серію зварних фермових конструкцій, які експлуатуються під дією циклічних навантажень. Існуючі розрахункові методики для визначення залишкового ресурсу таких конструкцій не враховують комплексний вплив стохастичних чинників, тому мають низьку вірогідність результатів.

Введено поняття відносного віку конструкції $t = \tau / \tau_n$ та відносного залишкового ресурсу $T = \tau_3 / \tau_n$, де τ – час, впродовж якого конструкція експлуатувалася до проведення дослідження; τ_n – нормативний строк служби (ресурс) об'єктів даного класу, τ_3 – залишковий ресурс.

За результатами експлуатації аналогічних конструкцій в ідентичних умовах або натурних випробувань фермової конструкції отримано графічну залежність щільності розподілу відносного залишкового ресурсу зварної фермової конструкції (рисунок 1).

Використовуючи метод Монте-Карло шляхом статистичного моделювання випадкових величин, які генерувалися згідно з умовною щільністю розподілу, побудовано графічну залежність відносного залишкового ресурсу T конструкції від її відносного віку t (рисунок 2).

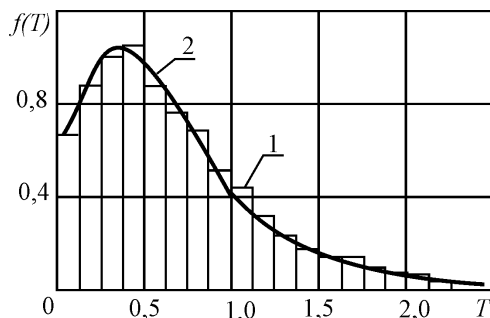


Рисунок 1 – Гістограма (1) та щільність розподілу (2) відносного залишкового ресурсу T зварної фермової конструкції

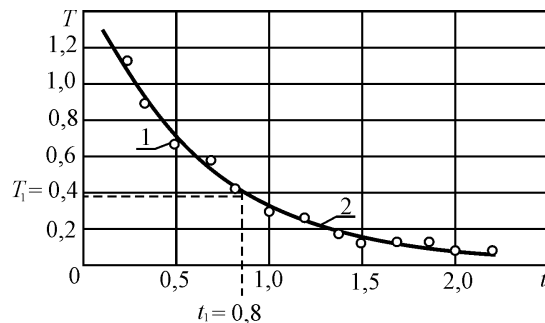


Рисунок 2 – Залежність відносного залишкового ресурсу T від відносного віку конструкції t
1 – результати обчислення; 2 – результати апроксимації

Такі статистичні результати ілюструють імовірнісну природу залишкового ресурсу навантажених зварних фермових конструкцій і мають вищу вірогідність в порівнянні з результатами, отриманими за детермінованими моделями. З графіка на рис. 2 видно динаміку наближення граничного стану конструкції впродовж експлуатації.

Продемонстровано обчислення можливого строку подальшої експлуатації зварної ферми, яка використовується впродовж $\tau = 24$ років. Нормативний ресурс для виробів такого класу становить $\tau_n = 30$ років. Відносний вік об'єкта $t = \tau / \tau_n = 0,8$.

За рис. 2 для $t=0,8$ визначено середнє відносне значення залишкового ресурсу $T=0,4$. Отже, залишковий строк служби становить $\tau_3 = \tau_n \cdot T = 30 \cdot 0,4 = 12$ років.

Запропоновану методику доцільно використовувати для аналізу технічного стану зварних фермових конструкцій, які знаходяться в експлуатації, обчислення їх залишкового ресурсу з високою вірогідністю результатів, максимального використання фактичного ресурсу та попередження їх аварійного руйнування.

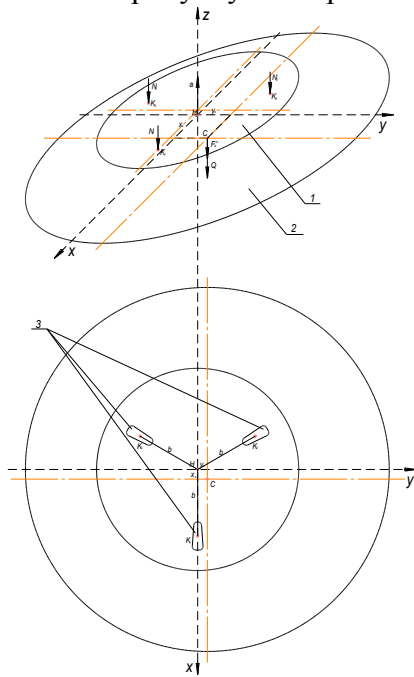
ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАХОПЛЮВАЧА ІЗ СТРУМЕНЕВИМ ЗАХВАТОМ

Струменеві захоплювальні пристрої широко використовуються в виробничих процесах для переміщення об'єктів різної природи (крихких та нежорстких об'єктів, зокрема скло, кераміка, листовий матеріал).

При захопленні об'єкту маніпулювання виникає проблема його орієнтації відносно центру захоплювального пристрою. Розглядається випадок, коли центр мас об'єкту маніпулювання зміщений відносно осі пристрою на відстані x_0 та y_0 .

Поставлена задача визначити оптимальну силу присмоктування захоплюючого пристрою P , при якій буде забезпечене безвідривне транспортування об'єкту маніпулювання.

На рисунку 1 зображено захоплювальний пристрій 1, об'єкт маніпулювання 2 та фрикційні вставки 3, які розміщені на пристрої.



Запишемо умови рівноваги деталі, центр мас якої знаходиться у точці C і зміщений відносно осі захоплюючого пристрою на відстані x_0 та y_0 :

$$\begin{aligned} \sum z = 0; \quad P - Q^* - N_1 - N_2 - N_3 &= 0; \\ \sum M_{ox} = 0; \quad -Q^* \cdot y_0 - N_2 \cdot b \cdot \sin 60^\circ + N_3 \cdot b \cdot \sin 60^\circ &= 0; \\ \sum M_{oy} = 0; \quad Q^* \cdot x_0 + N_1 \cdot b - (N_1 + N_2) \cdot b \cdot \cos 60^\circ &= 0, \end{aligned}$$

де Q^* сила, що виникає при вертикальному переміщенні захоплюючого пристрою вгору і дорівнює сумі ваги об'єкту маніпулювання Q та сили інерції F_g^{in} , яка виникає при вертикальному переміщенні.

$$Q^* = Q + F_g^{in}; \quad F_g^{in} = m \cdot a,$$

де m - маса об'єкту маніпулювання, a - прискорення, N_1, N_2, N_3 - сили реакції опори в точках K_1, K_2, K_3 , b - відстань від центру захоплюючого пристрою до точок K_1, K_2, K_3 .

Для визначення умов безвідривного утримування об'єкту маніпулювання виведемо формули для визначення N_1, N_2, N_3 . Запишемо:

$$N_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{P - Q^*}{3} - \frac{2Q^* \cdot x_0}{3 \cdot b}; \quad N_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{P - Q^*}{3} - \frac{Q^* \cdot y_0}{b \cdot \sqrt{3}} + \frac{Q^* \cdot x_0}{3 \cdot b};$$

$$N_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{P - Q^*}{3} + \frac{Q^* \cdot y_0}{b \cdot \sqrt{3}} + \frac{Q^* \cdot x_0}{3 \cdot b}.$$

Для наглядності позначимо, $N_0 = \frac{P - Q^*}{3} + \frac{Q^* \cdot x_0}{3 \cdot b}$, тоді:

$$N_1 = N_0 - \frac{Q^* \cdot x_0}{b}; \quad N_2 = N_0 - \frac{Q^* \cdot y_0}{b \cdot \sqrt{3}}; \quad N_3 = N_0 + \frac{Q^* \cdot y_0}{b \cdot \sqrt{3}}$$

$N_1 < N_2 < N_3$, а умовою утримування деталі буде $\min(N_i) \geq 0$.

СЕКЦІЯ 2. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

УДК 517.51

Л.Дмитроца, М.Приймак

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

НЕЗАЛЕЖНІСТЬ КОЕФІЦІЄНТІВ ФУР'Є ФУНКЦІЙ ІЗ ЗМІННИМ ПЕРІОДОМ ВІД ЗМІННОГО ІНТЕРВАЛУ ОРТОГОНАЛЬНОСТІ

Одним з методів дослідження періодичних функцій є їх спектральний аналіз. Крім функцій із постійним періодом інтерес викликають функції із змінним періодом $T(t)$. В [1] розглянуто систему тригонометричних функцій

$$\{\sin nt^\alpha, \cos nt^\alpha\}, n = 0, 1, 2, \dots, \alpha > 0, \quad (1)$$

і для цієї системи в явному вигляді записаний змінний період $T(t) = -t + (t^\alpha + 2\pi)^{1/\alpha}$. Показано [1], що ця система є ортогональною на інтервалі $[t_0, t_0 + T(t_0)]$, довжина якого для кожної довільної точки t_0 залежить від значення періоду $T(t_0)$. Система (1) може використовуватися для знаходження коефіцієнтів Фур'є функцій, змінний період яких $T(t) = -t + (t^\alpha + 2\pi)^{1/\alpha}$, а інтервалом ортогональності для довільної точки t_0 є $[t_0, t_0 + T(t_0)]$.

Перевіримо незалежність коефіцієнтів Фур'є функцій із змінним періодом від вибору змінного інтервалу ортогональності, використавши для цього чисельні методи. Для прикладу розглянемо функцію у вигляді скінченного ряду Фур'є $f(t) = 2 \sin t^{3/4} + 0.4167 \sin 3t^{3/4} + 0.0910 \sin 5t^{3/4}$ (рисунок 1), змінний період якої $T(t) = -t + (t^{3/4} + 2\pi)^{4/3}$.

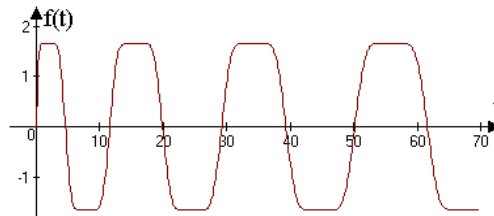


Рисунок 1. Графік скінченного ряду Фур'є $f(t) = 2 \sin t^{3/4} + 0.4167 \sin 3t^{3/4} + 0.0910 \sin 5t^{3/4}$.

Виберемо дві довільні точки $t_1 = 2$, $t_2 = 50$. При $\alpha = 3/4$ для $t_1 = 2$ і $t_2 = 50$ інтервалами ортогональності відповідно є $[2; 15.8923]$ і $[50; 73.3455]$. Обчислені значення коефіцієнтів Фур'є для заданої функції наведені в таблиці.

Інтервали ортогональності	Коефіцієнти Фур'є										
	a_0	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3	a_4	b_4	a_5	b_5
$[2; 15.8923]$	0.0028	0.0003	1.99771	0.001	0.0006	0.001	0.4194	0.001	-0.002	0.0015	0.08856
$[50; 73.3455]$	0.001	0.001	2.0006	0.0012	0.0002	0.001	0.4167	0.0001	-0.0003	0.0002	0.09056

Аналіз результатів обчислень підтверджує незалежність коефіцієнтів Фур'є функцій зі змінним періодом від змінного інтервалу ортогональності

1. Приймак М.В., Дмитроца Л.П., Сарабун Р.О. Коефіцієнти Фур'є функцій із змінним періодом // Всеукраїнська наукова конференція «Сучасні проблеми теорії ймовірностей та математичного аналізу» // Тези доповідей. – Івано-Франківськ, 2012. – С. 52-54.

АНАЛІЗ КРИПТОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ

Питання захисту інформації часто виникає під час створення та проектування інформаційних систем. З розвитком та поширенням глобальної комп'ютерної мережі Internet актуальним є питання захисту конфіденційної інформації користувачів комп'ютерних мереж. Тому, застосування програмних та апаратних засобів захисту інформації, що ґрунтуються на криптографічних методах є важливою та актуальною задачею.

Дана доповідь присвячена огляду та порівняльному аналізу методів шифрування інформації.

На даний час існує багато розроблених алгоритмів шифрування інформації. Зокрема, широко поширені такі:

- симетричні: DES, AES, ГОСТ 28147-89, Twofish, Blowfish, Camellia, IDEA, RC4 та інші;

- асиметричні: RSA, Elgamal;

- хеш-функції: MD4, MD5, MD6, SHA-1, SHA-2, ГОСТ Р 34.11-94.

Для їх порівняльного аналізу будемо використовувати наступні критерії:

- послідовний перебір можливих ключів дешифрування з метою відтворення вихідного тексту потребує значного часу обчислень або великих затрат на реалізацію цих обчислень;

- інформація про алгоритм шифрування не повинна впливати на стійкість до зламування системи шифрування;

- незначна зміна вихідного тексту повинна приводити до суттєвих змін шифрограми в разі використання одного і того ж ключа;

- структурні елементи алгоритму шифрування повинні бути незмінними;

- додаткові біти, які вводять у повідомлення в процесі шифрування, повинні бути надійно закриті в зашифрованому тексті;

- довжина зашифрованого повідомлення не повинна бути більшою, ніж саме повідомлення;

- не повинно бути простих залежностей між ключами, які послідовно використовують під час шифрування;

- довільний ключ із множини використовуваних ключів повинен забезпечувати надійність системи шифрування;

В наш час широко використовується методи шифрування інформації за допомогою симетричних і асиметричних криптосистем.

У багатьох країнах прийняті національні стандарти шифрування. Так, наприклад, в США використовується стандарт симетричного шифрування AES на основі алгоритма Rijndael з довжиною ключа 128, 192 і 256 біт. В Російській Федерації діє прийнятий стандарт ГОСТ 28147-89, який використовує алгоритм блочного шифрування з довжиною ключа 256 біт, а також алгоритм цифрового підпису ГОСТ Р 34.10-2001.

Розглянувши основні види криптографічних методів згідно з запропонованими критеріями та проаналізувавши їх особливості, можна зробити висновок, що для більшості задач захисту інформації доцільно використовувати асиметричні методи шифрування даних, хоча симетричні методи мають ряд переваг і в певних випадках доцільніше використовувати саме ці методи шифрування.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ «T-FLEX АНАЛІЗ» В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКА

Програмний пакет T-FLEX дозволяє розрахувати й аналізувати пластичні деформації, що виникають при діючій на деталь силі чи навантаженні. Дане завдання здатний реалізувати програмний модуль статичного розрахунку «T-FLEX Аналіз». Структурно T-FLEX Аналіз організований за модульним принципом. Залежно від розв'язуваних завдань, користувач може вибрати один або кілька розрахункових модулів.

В даній роботі зроблено аналіз «виготовленої» віртуально спіралі на деформації в процесі статичного навантаження шнека силою та розподіленім навантаженням. Метою дослідження є визначення максимального навантаження при якому руйнування деталі не відбуваються, тобто непружні деформації не виникають.

У цей момент доступні наступні розрахункові модулі:

Статичний аналіз – дозволяє здійснювати розрахунок напруженого стану конструкцій під дією прикладених до системи постійних у часі сил. На сьогоднішній день це, мабуть, найбільш необхідне в проектуванні завдання. За допомогою цього модуля можна оцінити міцність розробленої нами конструкції шнека за допустимим напруженням, а також визначити найбільш слабкі місця конструкції шнека й оптимізувати виріб. При цьому між тривимірною моделлю виробу й розрахунковою кінцево-елементною моделлю підтримується асоціативний зв'язок. Параметричні зміни вихідної твердотільної моделі автоматично переносяться на сіткову кінцево-елементну модель.

Частотний аналіз – дозволяє здійснювати розрахунок власних (резонансних) частот конструкції й відповідних форм коливань. Здійснюючи перевірку наявності резонансних частот у робочому частотному діапазоні виробу й оптимізуючи конструкцію таким чином, щоб виключити виникнення резонансів, конструктор може підвищити надійність і працездатність виробу.

Аналіз стійкості – важливий при проектуванні конструкцій, експлуатація яких припускає тривалий вплив різних за інтенсивністю навантажень. За допомогою даного модуля можна оцінити запас міцності за т.зв. «критичним навантаженням» – навантаженням, за яким у конструкції можуть стрибкоподібно виникнути значні непружні деформації, що найчастіше приводять до її руйнування або серйозного ушкодження.

Тепловий аналіз – модуль забезпечує можливість оцінки температурного поведіння виробу під дією джерел тепла й випромінювання. Тепловий аналіз може використовуватися самостійно для розрахунку температурних або теплових полів в тілі конструкції, а також спільно зі статичним аналізом для оцінки виникаючих у виробі температурних деформацій.

Таким чином, використовуючи програмне забезпечення T-FLEX CAD, а саме модуль кінцево-елементних розрахунків T-FLEX Аналіз, ми одержали можливість розрахувати навантаження на спіраль шнека, та напруження, що виникають в процесі експлуатації, за яких спроектована спіраль працездатна.

В результаті статичного аналізу деталі на пластичні деформації виявилось, що тіло спіралі не руйнується, а напруження залишається в допустимих межах при розподіленому навантаженні до 5000 Н і силі в 1000 Н.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОГО ШИФРУВАННЯ ДАНИХ В СУБД

Основна проблема при зберіганні важливої інформації в непідконтрольних СУБД пов'язана з можливістю витоку даних у процесі злому сервісу або в результаті неправомірних дій адміністраторів. Для рішення цієї проблеми в CryptDB забезпечена підтримка шифрування, при якій дані на стороні СУБД ніколи не фігурують у відкритому вигляді, а всі передані в СУБД запити містять тільки зашифровані дані, у тому числі в умовних блоках.

У проєкті CryptDB зроблено спробу розв'язання проблеми безпечного зберігання даних у БД, що обслуговуються в хмарних сервісах і інших непідконтрольних системах.

При використанні CryptDB, у процесі виконання SQL-запитів всі дії виробляються тільки із зашифрованими даними, тобто користувач може відправити SQL-запит до СУБД і одержати результат без розшифрування інформації на стороні сервера (дані будуть розшифровані на обладнанні клієнта). Для забезпечення збереження конфіденційності інформації використовується багаторівнева система шифрування, при якій різні дані розміщуються на різних вкладених криптографічних рівнях, кожний з рівнів має свій ключ і підтримує обмежений набір найпростіших операцій над зашифрованими даними. Для приховання даних на кожному рівні використовуються свої методи гомоморфного шифрування, при яких дані не зворотно спотворюються, але зберігається можливість здійснення певних математичних операцій, які дадуть аналогічні результати, що й операції над вихідними даними (можна використовувати зашифровані дані для порівняння, сортування, додавання тощо без попереднього розшифрування, наприклад, виконується умова $decrypt(crypt(A) + crypt(B)) = A + B$).

CryptDB реалізований у вигляді проксі, не потребує модифікації коду СУБД. Для виконання криптографічних операцій на стороні СУБД використовується набір додаткових функцій (UDF, user-defined functions).

Проксі складається із двох частин: спеціальної бібліотеки на мові C++ та модуля на мові Lua.

CryptDB підтримує зв'язування по ланцюжку ключів шифрування й паролів користувачів СУБД. При такій схемі роботи доступ до даних можуть одержати тільки користувачі, паролі яких прив'язані до ключів шифрування. Адміністратор СУБД, навіть одержавши якимось чином ключі шифрування, які фігурують на сервері, не зможе одержати доступ до даних, не знаючи паролів власників цих даних. Використання прив'язки ключів до паролів користувачів вимагає наявності в базі 11-13 унікальних аотацій схем даних для захисту вмісту близько 20 полів, а також виправлення 2-7 рядків коду в web-додатку.

На відміну від інших подібних розробок, розробникам CryptDB вдалося забезпечити непогану продуктивність: у порівнянні зі звичайним MySQL використання CryptDB підвищує навантаження всього на 15-26%. При роботі phpBB швидкість виконання операцій сповільнилася всього на 14,5%, при виконанні тестового набору TPC-S швидкість сповільнилося на 26%. Розмір збережених на диску даних при цьому виріс приблизно на 20%.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА-ХУАНГА В ОБРОБЦІ ЗОБРАЖЕНЬ

Метод розкладання сигналів на емпіричні моди (EMD) становить значний інтерес в області аналізу сигналів та зображень і дозволяю застосовувати нові підходи до обробки зображень.

Базовий алгоритм декомпозиції сигналу на емпіричні моди запропонований Хуангом в 1998 не дає можливості обробляти двовимірні сигнали, до яких відносяться і зображення. Його можливості обмежені обробкою одновимірних сигналів. Тому в 2000 році було запропоновано використовувати двовимірне емпіричне розкладання (BEMD). Даний підхід дозволяє розкласти зображення на емпіричні моди, але для обробки зображень високої роздільної якості він не є ефективним. В 2004 році запропоновано алгоритм групової декомпозиції (EEMD), що дало можливість знизити час проведення декомпозиції вхідного зображення. Однак, вже в 2009 році був запропонований алгоритм багатовимірного розкладу (MEEMD), який дає можливість розкласти двовимірний сигнал ще швидше (рис.1).

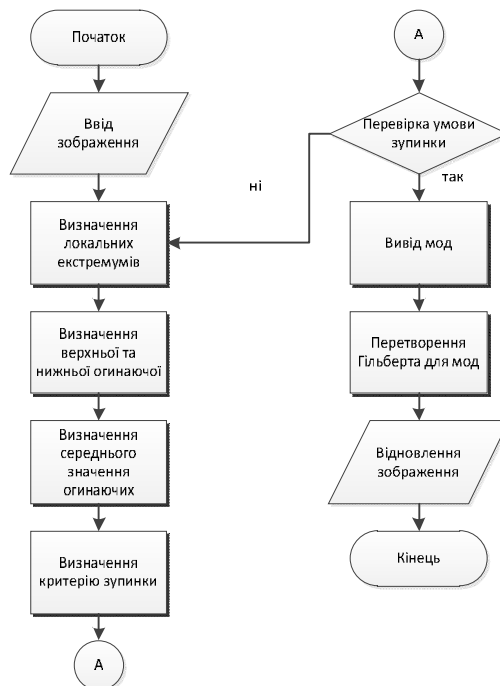


Рисунок 1 – Алгоритм обробки зображення за допомогою MEEMD

Значення миттєвих частот емпіричних мод, отриманих в результаті розкладу, є спектром Гільберта, який дозволяє визначити наявність і характер амплітудної і частотної модуляції сигналу, ідентифікувати часові та частотні діапазони, де концентрується енергія вихідного зображення, побудувати тривимірну поверхню енергетичної щільності в системі координат енергія-частота-час. Тривимірна поверхня дає змогу ефективно виділяти локальні області з низькою енергією, проводити фільтрацію, зменшувати рівень завад і спотворень у зображенні, і т. д.

УДК 681.518.3

М. Стадник

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ ТА ЗОРОВИХ ВИКЛИКАНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ

Електроенцефалограма (ЕЕГ) – електрофізіологічний сигнал, що виникає внаслідок діяльності клітин головного мозку. Частковим випадком ЕЕГ є зорові викликані потенціали (ЗВП), які є породженими лише зоровими відділами кори мозку як реакція на зовнішній стимул. ЗВП залежно від частоти стимуляції поділяються на фазові (1-4 Гц) та стаціонарні (5-30 Гц).

Стаціонарні ЗВП використовують у клінічні діагностиці для оцінки: діяльності зорового нерва, гостроти зору у немовлят, дітей (які не здатні забезпечити адекватну і достовірні відповідь при діагностиці), стадії розвитку амбліопії, косоокості, сліпоти (пов'язаної з порушенням роботи кори головного мозку), патології зору при захворюваннях альбінізмом. Через це актуальність дослідження стаціонарних ЗВП зростає, що дозволить виявити інформаційні ознаки для діагностування.

Для реєстрації ЕЕГ та ЗВП використовувався електроенцефалограф DXNT-32, що складається із: блоку електродів – підсилювача біопотенціалів – АЦП – ЕОМ – фотостимулятора. Електроди попередньо замочували у фізичному розчині та розміщувались згідно міжнародної стандартизованої системи накладання електродів 10-20. Частота дискретизації системи становить 100 Гц, розрядність – 10 біт. Джерелом стимуляції є три світлодіодні лампочки. Виконувалось 6 проб (кожна тривалістю 90 с) із відповідними частотами стимуляції: 1, 2, 4, 6, 8, 10 Гц. Між кожною пробою відбувається запис без стимуляції тривалістю 15 с, що дозволяє людині не звикати до стимулів.

Для оцінки емпіричної щільності розподілу досліджуваного сигналу було використано гістограмний метод. Гістограма дозволила стверджувати, що щільність розподілу сигналу є гауссівською. Проте такий розподіл є лише у ЕЕГ, записаних у стані глибокого сну та при вираженому альфа-ритмі.

Для реєстрації ЗВП використовувались стимули з різними частотами подавання, відповідно для отриманого сигналу спостерігається певна повторюваність у часі певних ймовірнісних характеристик. Для моделювання такого сигналу у сучасних дослідженнях використовуються стохастично періодичні випадкові процеси, тобто такі процеси, в яких певні ймовірнісні характеристики є періодичними функціями часу.

Для оцінки ймовірнісних характеристик застосовувався метод на основі ϕ -серій. Головною властивістю ϕ -серій є те, що гіпотетично вони є стаціонарними та стаціонарно зв'язаними випадковими послідовностями, що дозволяє будувати оцінки їх ймовірнісних характеристик відомими методами статистичного аналізу стаціонарних випадкових процесів. На основі даного методу було отримано статистичні оцінки математичного сподівання, дисперсії та кореляційної функції сигналу, отриманого під час періодичної стимуляції зорової системи.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Науково-технічним проблемам якості електроенергії присвячена значна кількість наукових праць та публікацій. В електроенергетиці використовують державні і відомчі стандарти, які встановлюють вимоги до характеристик якості електроенергії. Одна з основних характеристик якості електроенергії дає можливість у процесі вимірювань обчислити кількісну міру відхилення реалізацій контрольованого електричного сигналу, як правило напруги, від його ідеальної синусоїдальної форми.

На сьогоднішній день в складі різних енергетичних комплексів, зокрема, автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), для вимірювань характеристик якості електроенергії використовуються різноманітні технічні засоби промислового виробництва. В структурі таких засобів виділяються модулі аналогово-цифрового перетворення досліджуваних електричних сигналів, які дають можливість отримати результати проведених вимірювань у цифровій формі, зручній для подальшої обробки за допомогою засобів обчислювальної техніки. Перевагою таких засобів є їхня універсальність та можливість адаптації для подальших оптимальних методів обробки даних вимірювань.

В доповіді пропонується комп'ютеризована мобільна інформаційна система вимірювання характеристик якості електроенергії, в склад якої входять:

- пристрій формування цифрових сигналів;
- пристрій формування і реєстрації даних обробки;
- пристрій накопичення даних вимірювань;
- цифровий канал зв'язку;
- програмне забезпечення для реєстрації та збереження даних вимірювань;
- програмне забезпечення для статистичної обробки даних вимірювань.

В якості пристрою формування і реєстрації даних обробки пропонується використати окремий модуль АЦП. Сьогодні на ринку наявна велика кількість модулів АЦП промислового виробництва, які характеризуються широким набором функціональних можливостей, зокрема, низькою похибкою вимірювань, високою частотою дискретизації та можливістю багатоканальної обробки вхідних даних.

Суттєвою перевагою розглянутої в доповіді інформаційної системи є її мобільність, тобто, можливість застосування для вимірювання характеристик якості електроенергії у електромережах різного характеру а також простота у використанні та налаштуванні.

Передбачається використання даної інформаційно-вимірювальної системи для зняття миттєвих значень напруги у контрольованій електромережі та збереження їх у спроектованій базі даних. Окремою задачею є пошук алгоритмів обробки накопичених даних та дослідження їх відповідними статистичними методами з метою виявлення фактів виходу характеристик якості електроенергії за встановлені межі або ж розробки рекомендацій по усуненню фактів погіршення якості електроенергії.

Запропоновану інформаційно-вимірювальну систему можна застосовувати як у навчальних цілях, так і з дослідницькою метою. А за наявності відповідних перетворювачів, її можна пристосувати для вимірювання та дослідження також і неелектричних величин, наприклад, температури чи тиску.

КРИТЕРІЇ СЕГМЕНТУВАННЯ ЧАСТКОВО РОЗМИТИХ ЗОБРАЖЕНЬ

У процесі отримання фотознімків різноманітною технікою неминує виникають різноманітні спотворення. Спотворення можна поділити на дві категорії: зашумленість і розмиття. Існує уже багато досліджень, пов'язаних із відновленням розмитих зображень, однак у всіх роботах вважається що усе зображення зазнало однакового розмиття. Це припущення є неправильним у відношенні реальних фотознімків, адже зазвичай різні частини зображення спотворенні по-різному: одна частина може бути чіткою, а інша розмитою, причому, розмиття різних частин теж може здійснюватися по-різному. Виходячи із цього, важливим є поділ зображення (сегментація) на частини з подальшим відновленням кожної із них.

Сегментація зображення передбачає встановлення певних критеріїв, на основі яких буде здійснюватися його поділ. Отже необхідно встановити критерії, які би дозволяли встановити чи конкретний піксель зображення є розмитим чи ні, і дозволяли порівняти ступінь розмиття різних пікселів.

Усі розглянуті у цій роботі критерії розглядають піксель і певний його окіл. Цим околом є вікно розміру $n \times n$ (n – не парне) з центром у пікселі, що аналізується. Розглянемо деякі можливі критерії сегментування:

- Локальна потужність спектру. Ідея полягає у тому, що при перетворенні Фур'є чіткі частини зображення мають більше високих частот, ніж нечіткі. Здійснюється перетворення Фур'є околу кожного пікселя. Позначимо його як F . Обчислюється потужність спектру: $P = |F|^2$. Усереднюються значення у спектрі, які знаходяться на однаковій відстані від елемента $(0; 0)$, і результуючий вектор апроксимується лінійною функцією $y=kx+b$. Коефіцієнт k цієї функції і буде критерієм.

- Вейвлет-перетворення із використанням вейвлетів Добеші різних порядків. Під час проведення обчислювальних експериментів було встановлено, що у зображеннях отриманих, як результат вейвлет-перетворення, інтенсивність пікселів, які належать чітким частинам зображення, набагато вища, ніж у пікселів, які належать нечітким частинам. Тому застосувавши після вейвлет-перетворення деяке післяоброблення (зокрема, медіанне фільтрування та порогове оброблення), можна отримати хороше перше приближення сегментування зображення.

- Контраст. Контраст – це міра виявлення (розпізнавання) об'єкта на якому-небудь фоні. Існує декілька способів математично обчислити контраст. Наприклад, можна скористатися наступною формулою: $\sqrt{\frac{1}{NM} \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (I_{i,j} - \bar{I})^2}$, де $I_{i,j}$ –

значення яскравості пікселя у точці (i, j) , M і N – розмір вікна, \bar{I} – середнє значення яскравості пікселів у вікні.

Вище перелічено лише деякі із ознак, окрім них можна використовувати інформацію про розподіл яскравості пікселів, обчислювати середню товщину границь об'єктів, перед тим виділивши їх, наприклад, оператором Собеля, чи обчислювати насиченість кольору (Saturation), адже розмиті зображення мають менше яскравих кольорів, ніж чіткі. Важливим є використання усіх (або майже усіх) методів разом, оскільки це забезпечить кращий результат сегментації.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ СХОВИЩ ДАНИХ

Сьогодні технології віртуалізації широко використовуються для підвищення ефективності використання ресурсів зберігання даних у розподілених системах. Сутність віртуалізації сховищ даних становить агрегування фізичних пристроїв зберігання даних із різними протоколами інтерфейсів в єдиний віртуальний пул. В цьому пулі можна створювати віртуальні томи, що розглядаються хостовим сервером як локально підключені логічні пристрої. Перевагами віртуалізації сховищ даних є:

- вирішення проблем роботи з гетерогенними архітектурами зберігання даних (диски, контролери сховищ та інше обладнання тепер працюють «за лаштунками»);
- забезпечення важливих технологічних переваг, насамперед високої доступності, масштабованості і безпеки, швидкого резервування і відновлення даних;
- створення економічно вигідного середовища даних потрібного об'єму і легке його розширення за необхідності;
- простота управління та ін.

Але досягнення наведених вище переваг можливе лише за умови використання ефективної системи управління сховищами даних, побудованими на основі технології віртуалізації. На сьогоднішній день існує ряд готових рішень, наприклад VMWare View, Citrix XenDesktop, Microsoft Virtual Desktop Infrastructure, Parallels Virtual Desktop Infrastructure. На жаль, покладені в основу їх функціонування моделі невідомі. До того ж завжди залишається потреба підвищити їх ефективність за рахунок оптимізації параметрів і режимів функціонування сховища даних. У доповіді розглядається проблема оптимального розподілу пам'яті пулу між томами. Користувачам виділяються віртуальні машини, які можуть мігрувати між серверами. Уся пам'ять, що об'єднує окремі сховища даних та окремі дискові масиви, віртуалізується і складає один віртуальний пул. Віртуальний пул розподіляється на віртуальні томи. Кожний користувач працює з відповідним віртуальним томом, на якому зберігаються його дані. Віртуальні томи складаються з виділених для них елементів пам'яті різних рівнів. Рівні сховища даних характеризуються набором технічних параметрів, а дані і, отже, віртуальні томи користувачів – набором вимог до віртуальних томів. Основними параметрами рівнів сховищ даних є об'єм (Gb), час доступу до 1 блоку збереження (ms), вартість збереження 1 блоку (\$/Mb). Дані зберігаються розділеними на блоки, які реплікуються на декілька рівнів. Запропонована відповідна формальна модель розподілу фізичних ресурсів зберігання даних між віртуальними томами з урахуванням обмежень на час доступу, надійність збереження даних та технологічних обмежень. В якості критерію оптимального розподілу фізичних ресурсів запропоновано використовувати мінімізацію витрат на збереження даних.

Модель розподілу становить собою задачу цілочисельного програмування. Для її розв'язання запропоновано варіант генетичного, керований генетичний та евристичний алгоритми. Наведені результати експериментальних досліджень підтверджують, що застосування реалізації зазначених моделі і методу дозволяє підвищити ефективність розподілу пам'яті сховища між користувачами.

Подальші дослідження пов'язані з розробленням моделей, які підвищують ефективність використання технології MapReduce для управління сховищами даних.

СЛАБКІСТЬ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ WEP

Стандарт IEEE 802.11 вводить додаткові вразливості, дозволяючи обійти ідентифікацію WEP-ключа. Стандарт визначає IV (вектор ініціалізації) як 24-бітове поле, яке викличе багатократне використання вектору ініціалізації і деградацію шифру RC4, використовуваного в WEP до такого рівня, коли він стає схильний до атак.

Стандарт визначає, що WEP-алгоритм – це форма електронної книги кодів, в якій блок звичайного тексту за допомогою логічного “або” шифрується за допомогою псевдовипадкової послідовності певної довжини. Послідовність ключа генерується WEP-алгоритмом.

Секретний ключ з'єднується з вектором ініціалізації, і результуюча послідовність служить входною інформацією для PRNG (псевдовипадкового генератора чисел). PRNG використовує потоковий шифр RC4 для отримання ключової послідовності псевдовипадкових октетів, рівних по довжині числу октетів даних, які мають бути передані. В цілях захисту даних від неавторизованої модифікації застосовуються алгоритми перевірки цілісності, які створюють перевірочні суми на базі тексту повідомлення і приєднуються до нього, створюючи таким чином IVC (величину перевірки цілісності). Після цього проводиться шифрування за допомогою математичного поєднання виходів IVC і PRNG через побітне логічне “або”, що і породжує зашифрований текст.

В потокового шифрування є проблема: якщо всі повідомлення шифруються з одним і тим же IV, то атакуючий може розпізнати його і розшифрувати повідомлення. Одна така атака полягає в тому, що два зашифрованих повідомлення побітно об'єднуються логічним “або”. Якщо різні зашифровані повідомлення використовують однаковий IV, процес логічного “або” для цих повідомлень ефективно скорочує дію ключа і призводить до логічного “або” для первинного тексту повідомлень. Якщо відоме одне з повідомлень, то в результаті “або” легко видобути інше повідомлення.

Якщо дані, зашифровані за допомогою потокового шифру, достатньо довгі і зашифровані за допомогою одного IV, проблема знаходження секретного ключа стає ще простішою. Повторне використання одного і того ж ключа призводить до того, що називається глибиною аналізу. Частотний аналіз, пастки і інші класичні технології дають способи обчислення оригінального тексту із зашифрованого повідомлення.

Потокові шифри також схильні до атак текстів і обраних зашифрованих текстів. Атакуючий повинен тільки послати електронне повідомлення “мішені”, яку він хоче атакувати, або простежити за тим, як “мішень” відвідує відомий веб-сайт. Хоча ці дії і виглядають зовсім нешкідливими, якщо атакуючий прослуховує безпроводний трафік своєї “мішені”, тоді він знає і IV, і передаваний текст. Прості обчислення, виконані з цією інформацією, дадуть йому секретний ключ, який може бути використаний не лише для доступу до безпроводної мережі, але також для розшифровки усіх майбутніх пакетів, що передаються через безпроводну мережу.

Серед експертів в області безпеки немало питань викликає і процес генерації приманки для PRNG. Генерація цієї приманки збільшує шанси і ймовірність того, що атакуючий зможе визначити секретний ключ з шифрованої атаки. Якщо атакуючий може атакувати зашифровані дані, зрозуміти схему генерації IV і отримати інформацію про достатнє число IP-діаграм, він зможе вчислити первинне значення секретного ключа на основі цієї інформації.

СТРУКТУРА ПРОГРАМНОЇ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖІ

Прискорений розвиток високих технологій став причиною значного зростання актуальності сфер наукової діяльності, що пов'язані з математичним моделюванням процесів та явищ. Моделювання систем постачання та реальних об'єктів навколишнього світу, як правило, супроводжується значними труднощами, які виникають ще на етапі постановки задачі. Особливо актуальними стають задачі, що мають нечітку постановку, для яких відсутні оптимальні алгоритми їх розв'язку. Власне кажучи, при розв'язуванні саме таких задач найчастіше використовують штучні нейронні мережі (ШНМ).

Розробивши структуру інформаційної системи для дистанційного обліку телеметричної інформації та узагальнену структуру програмних компонент доцільно спроектувати структуру компоненти для вибірки та відображення телеметричних показників (Рис. 1). Для оцінки та прогнозування значень статистичних даних в програмній компоненті доцільно використати нейронну мережу. До службових змінних системи належать масиви налаштувань та конфігурації, сесій та підключення до СКБД, мовної локалізації, набори навігаційних змінних та отримані від користувача значення.

До службових бібліотек компоненти належать бібліотеки SQL запитів, службових процедур, виводу структурних елементів та програмні модулі.



Рисунок 1 – Структура програмної компоненти для відображення статистичних результатів з використанням нейромережі

Програмний модуль нейромережі, на основі оцінки результатів вибірки, виконує генерацію повідомлень про аварійні та позаштатні ситуації. Потім відбувається додаткове навчання нейромережі та генерація прогнозованих наборів даних.

СЕКЦІЯ 3. КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

УДК 003.26.09; 519.688

А. Луцків, Ю. Кондрацький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ АЛГОРИТМУ UEA1 МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СТАНДАРТУ UMTS

З розвитком та поширенням телекомунікаційних технологій постає задача забезпечення конфіденційності інформації. Одним із завдань, яке необхідно вирішувати, є верифікація існуючих систем захисту. На зміну другому поколінню безпроводних технологій зв'язку приходять стандарти третього покоління, зокрема UMTS (W-CDMA). Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) – технологія стільникового зв'язку, розроблена Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів (ETSI) для впровадження 3G в Європі.

Для забезпечення конфіденційності та цілісності даних у UMTS використовуються два набори алгоритмів: перший набір - UEA1 і UIA1 [1], який базується на блоковому шифрі KASUMI; другий - UEA2 і UIA2 — на потоковому шифрі SNOW 3G. Використання тих чи інших систем шифрування обумовлено апаратним забезпеченням оператора зв'язку, абонента, а також аспектами роумінгу абонентських терміналів покоління 2G. Тому досить часто використовуються алгоритми UEA1/UIA1, а це зумовлює актуальність розробки відповідних криптоаналітичних засобів для верифікації відповідних систем захисту.

Згідно архітектури безпеки 3GPP систем для забезпечення конфіденційності і цілісності даних використовуються алгоритми f8 і f9 відповідно, зокрема блоковий шифр KASUMI, який базується на мережі Фейстеля з 8 раундами і генерує 64-бітне вихідне значення з 64-бітного вхідного значення, використовуючи 128-бітний ключ [2].

У 2010-му році опубліковано “сендвіч-атаку” із пов'язаними ключами на 8-раундовий KASUMI, з часовою складністю 2^{32} [3]. Варто зазначити, що дані криптоаналітичні атаки носять теоретичний характер і задачі їх практичної реалізації та оптимізації в паралельних та розподілених обчислювальних системах є важливими з практичної точки зору. Розв'язанням даної задачі займаються автори доповіді.

1. 3GPP TS 35.201: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; 3G Security; Specification of the 3GPP Confidentiality and Integrity Algorithms; Document 1: f8 and f9 Specification".

2. 3GPP TS 35.202: "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; 3G Security; Specification of the 3GPP Confidentiality and Integrity Algorithms; Document 2: KASUMI Specification".

3. Orr Dunkelman, Nathan Keller, Adi Shamir (2010-01-10). A Practical-Time Attack on the A5/3 Cryptosystem Used in Third Generation GSM Telephony, Weizmann Institute of Science 10 January 2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://eprint.iacr.org/2010/013.pdf>

АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ТРАФІКУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Трафік – це об'єм даних або кількість пакетів, які передаються через мережеві канали за певний проміжок часу. В процесі комунікації користувачів у мережі виникає потік повідомлень, який може бути охарактеризований як кількість переданих бітів.

Важливим завданням при побудові та оптимізації комп'ютерної мережі є правильне налаштування системи моніторингу та діагностики її роботи. Мережевий адміністратор повинен точно підрахувати спожитий трафік для кожного вузла мережі, а також вирішити проблеми безпеки. До них можна віднести захист локальної мережі від зовнішніх атак, обмеження доступу до різних ресурсів (наприклад заборона доступу в соціальні мережі), попередження розповсюдження вірусів, налаштування кешування для зниження навантаження на канали зв'язку, блокування завантаження реклами і певних типів файлів на персональні комп'ютери користувачів.

Вказані задачі вирішуються за допомогою встановлення комплексної системи аналізу трафіку комп'ютерної мережі.

Аналіз трафіку комп'ютерної мережі – це процес перехоплення мережевого трафіку і його перевірка з метою визначення процесів, що відбуваються в мережі.

Система мережевого моніторингу надає можливість відслідковувати дії користувачів в межах локальної комп'ютерної мережі, а також отриманий трафік з глобальної мережі. Аналізатор відслідковує все, що проходить через мережу: інформацію користувачів, електронну пошту, миттєві повідомлення, веб-доступ, завантаження файлів.

Знання принципів роботи комп'ютерних мереж дозволяє на практиці забезпечити постійний контроль за їх роботою, що необхідно для підтримки мережі в робочому стані. На етапі моніторингу виконується збір початкових даних про роботу мережі: статистики про кількість циркулюючих в мережі фреймів та пакетів різних протоколів, стан інтерфейсів комутаторів та маршрутизаторів.

Для того щоб виміряти інтенсивність передачі трафіку в мережах даних, потрібно зареєструвати кожен відправлений і отриманий пакет. Для цього існують спеціальні аналізатори пакетів, які дозволяють виконати більш складний аналіз трафіку, а саме: розмір пакету, визначити час отримання пакету для певного типу протоколу, систематизувати отриману інформацію у вигляді графіків, таблиць і діаграм.

Отримані дані, повинні містити IP адреси відправника і одержувача, номери портів протоколів на транспортному рівні, об'єм переданих даних. Це може відноситись як до окремих пакетів, так і до потоків.

Статистичний аналіз базується на порівнянні поточного стану мережі з визначеними заздалегідь ознаками, які характеризують коректне функціонування мережевої інфраструктури. Методи статистичного аналізу мають різні інтерпретації, засновані на динамічних характеристиках мережевого трафіку.

Аналіз мережевого трафіку потрібно проводити для виявлення аномальної поведінки комп'ютерної мережі: збоїв в роботі, негативної зовнішньої дії, випадкових помилок, а також для моделювання типових атак, та перехоплення потоку даних, якими обмінюються відправник і отримувач. Це вкрай необхідно як для вирішення завдань мережевого адміністрування, так і для моніторингу коректного функціонування інфраструктури комп'ютерних мереж.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ КОМУТАЦІЇ

З розвитком мультимедійних прикладних додатків та збільшенням кількості користувачів зростає рівень мереженого трафіку, що призводить до зростання навантаження процесора маршрутизатора, наслідком чого є високий рівень затримок пакетів, низька пропускна здатність та втрата якості мультимедійних послуг. Тому, підвищення ефективності роботи мережевого обладнання при передачі різного типу даних є актуальною задачею.

Дана проблема може бути вирішена вибором оптимального методу комутації пакетів, що дозволить підвищити ефективність роботи маршрутизатора та збільшити пропускну здатність комп'ютерної мережі.

Проведений аналіз методів комутації направлений на виявлення важливих характеристик передачі даних, таких як загальний час передачі даних, навантаження процесора, середнє відхилення затримки, середня швидкість пакетів.

Для передачі даних використовується три методи комутації пакетів: програмна комутація, швидка комутація та Cisco Express Forwarding (CEF) комутація. Програмна комутація не кешує даних і комутує пакети за допомогою окремого процесу. Такий процес встановлення відповідності записам таблиці маршрутизації відбувається з кожним пакетом, що надходять на маршрутизатор. Характерною властивістю даного методу є використання центрального процесора. За результатами проведеного дослідження середній рівень навантаження процесора становив 62,2%.

Швидка комутація кешує інформацію про віддалені мережі та вихідний інтерфейс, яка використовується для пересилання пакета. Основними характеристиками швидкої комутації є формування кешу в момент виконання програмної комутації. Перший пакет в потоці даних пересилається методом програмної комутації. Такий метод ефективно працює в умовах невеликої стабільної мережі, але в глобальних розподілених мережах потік має розрізнений характер в результаті чого велика частина пакетів комутується програмно. Середній рівень навантаження процесора становить 18,1%.

Метод комутації CEF кешує інформацію про параметри заголовку кадру на каналному рівні моделі OSI, а також параметри досяжності вузла в таблиці зв'язків (FIB), що дозволяє виконати передачу пакета протягом одного переривання. Використання CEF підвищує швидкість комутації і використовує розширені можливості Cisco IOS. Середній рівень навантаження процесора становить – 18,9%.

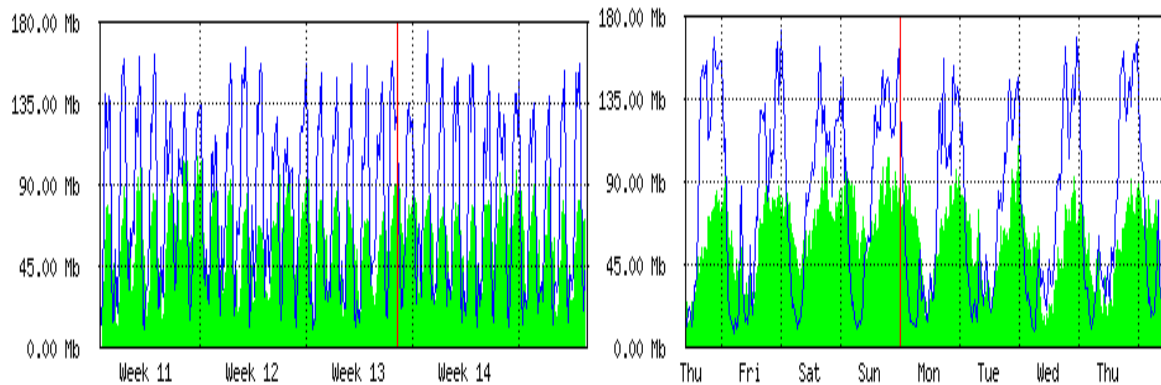
Отже, в результаті проведених досліджень, встановлено, що швидкість передачі даних CEF комутації становить 26,03 Кбіт/с. (2,17 пак./с), для порівняння, програмна комутація - 18,40 Кбіт/с. (1,52 пак./с.) і швидка комутація - 14,46 Кбіт/с. (1,22 пак./с.).

Приведені показники вказують, що показники CEF-комутації є найкращими. Метод комутації CEF є оптимальним методом комутації даних, який забезпечує задані показники якості передачі, такі як пропускна здатність, рівень затримок, рівень втрат даних. Метод не здійснює навантаження на процесор маршрутизатора і може бути рекомендовано для передачі даних мультимедійних прикладних додатків.

Однією з переваг програмної комутації є можливість організувати пакетне балансування навантаження, що надає відносно простий спосіб передачі даних використовуючи різні маршрути.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Завантаження комп'ютерної мережі характеризується обсягом переданої та прийнятої інформації, швидкістю роботи мережі, часом прийому-передачі даних. Часова залежність обсягу отриманої та переданої інформації в комп'ютерній мережі протягом місяця представлені на рисунку 1, протягом одного тижня – на рисунку 2.



Max In: 106.28Mb; Average In: 60.60Mb; Current In: 70.68Mb;

Max Out: 176.64Mb; Average Out: 80.40Mb; Current Out: 41.52Mb;

Рисунок 1

Max In: 109.15Mb; Average In: 61.18Mb; Current In: 27.13Mb;

Max Out: 173.77Mb; Average Out: 77.69Mb; Current Out: 29.19Mb;

Рисунок 2

Сигнал передачі даних (переданої та отриманої інформації) в комп'ютерній мережі, як видно з представлених рисунків, є за своєю природою випадковим, але поряд з цим спостерігається певна повторюваність його характеристик.

Сигнал прийому-передачі даних в комп'ютерних мережах запропоновано вважати періодично нестационарним зі скінченною за період корельованості середньою потужністю класу π^T . Для опису такого сигналу доцільно використати модель у вигляді періодично корельованих випадкових процесів (ПКВП) класу π^T . Вона органічно поєднує як коливний характер зміни параметрів, так і випадковість їхніх значень і змін. Реєстрограму сигналу про зміни передачі даних в комп'ютерній мережі трактуємо як реалізацію ПКВП.

Періодично корельовані випадкові процеси як моделі ритміки складних природних та технічних процесів та сигналів означаються як такі, що їхні ймовірнісні характеристики – математичне сподівання та кореляційна функція, незмінні (інваріантні) по відношенню до зсувів всіх їхніх аргументів на величину $T > 0$, яку називають періодом корельованості.

$$M_{\xi}(\tau+T) = M_{\xi}(\tau)R_{\xi}(\tau+T, s+T) = R_{\xi}(\tau, s)$$

або ще інакше: їхні характеристики є періодичними щодо вибору початку відліку часу $M_{\xi}(\tau+T) = M_{\xi}(\tau)$, $B_{\xi}(\tau+T, U) = B_{\xi}(\tau, U)$

УДК 004.9

Н. Луцик, С. Лупенко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ ТА ЕХОКАРДІОСИГНАЛІВ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ МЕДИЧНИХ РІШЕНЬ

Дослідження сигналів і зображень в даний час є основним компонентом медичної діагностики. Прогрес у діагностичних технологіях медичного обстеження дав змогу отримувати зображення і сигнали високої якості, які здатні надати більш точну інформацію про структуру і функцію людського тіла. Протягом останніх десятиліть розвиток автоматичних або напівавтоматичних методів обробки біометричних сигналів та зображень привернув великий інтерес і зусилля в галузі медичної візуалізації, променевої діагностики та електрокардіографії, в деяких випадках досягаючи рівня практичного клінічного підходу. Кількість та складність медичних даних для аналізу є однією з причин розвитку та впровадження клінічних систем підтримки прийняття рішень.

Сучасні інформаційні системи підтримки прийняття медичних рішень застосовуються для моніторингу, діагностики та прогнозування стану пацієнта, а також для вибору плану лікування. Функціонування таких інформаційних систем здійснюється за рахунок використання відповідних медичних знань, які виявлені медичними експертами та наданими медичними установами і, які відповідним чином формалізовані.

Розробка комп'ютерних систем автоматизованої діагностики, прогнозування функціонального стану серцево-судинної системи людини за зареєстрованими кардіосигналами є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої сприятиме підвищенню якості та ефективності медичного обслуговування населення, а також суттєво зменшить обсяг рутинних робіт лікаря-кардіолога. У залежності від фізичної природи кардіосигналів та методів їх реєстрації у кардіодіагностичних інформаційних системах використовуються такі циклічні сигнали серця як електрокардіосигнали (експрес-діагностика за 1-2 відведеннями ЕКГ, стандартний аналіз ЕКГ за 12-ма відведеннями, аналіз ЕКГ високої та надвисокої роздільної здатності, ЕКГ-картування, дисперсійне картування, векторкардіографія, дипольна електрокардіотопографія), магнітокардіосигнали, фонокардіосигнали, ехокардіосигнали, сфигмокардіосигнали, фотоплетизмокардіосигнали, реокардіосигнали та інші.

Серед множини різних методів кардіодіагностики найбільш інформативними методами є електрокардіографічні та ехокардіографічні методи дослідження серцево-судинної системи людини. Особливою інформативністю відзначаються методи комплексного сумісного аналізу за сукупністю синхронно зареєстрованих електрокардіосигналів та ехокардіосигналів.

Метою доповіді є розгляд методів інтеграції даних аналізу електрокардіосигналів та ехокардіосигналів в комп'ютерних системах підтримки прийняття медичних рішень, що враховують відомості про вік, стать, конституцію тіла, скарги хворого, особливості перебігу захворювання, відомості про біомеханічні властивості серця: і т.п., які не містяться безпосередньо в аналізованих біометричних циклічних сигналах, але які обов'язково враховуються лікарем при інтерпретації цих сигналів та зображень.

МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ВІД АТАК НА ВІДМОВУ

Серед найважливіших на сьогоднішні задач безпеки в мережі Інтернет є загроза відмови в обслуговуванні. Розподілені відмови в обслуговуванні типу DDoS вичерпують комутаційні та обчислювальні ресурси протягом короткого проміжку часу.

Виділяють три етапи захисту від атак на відмову: попередження атаки, виявлення атаки та протидія атаці. Попередженням атаці є здійснення заходів протидії до її початку реалізації. Виявлення атаки на відмову є важливим етапом, оскільки потрібно її відслідкувати в разі її появи в системі. Протидія атаці включає відбиття атакуючих пакетів та забезпечення нормальної роботи системи. Основною задачею протидії атаці є відфільтрування трафіку атаки та забезпечення нормального трафіку для законних користувачів.

У схемі виявлення атаки на відмову показником ефективності є відсоток виявлення атак. Деякі типи атак на відмову використовують експлойти та вразливості програмного забезпечення, фальсифікацію і специфічну форму пакетів, імітацію звичайного трафіку для перевантаження каналів зв'язку. В такому разі, схема виявлення атаки на відмову може помилково прийняти звичайний інтенсивний трафік за атакуючий. Ознакою здійснення атаки на відмову є перевантаження каналів мережі. Тому, щоб виявити атаку потрібно оцінити завантаженість мережі та шукати причину перевантаження у мережевих потоках чи з'єднаннях. Виявлення перевантажень системи є ефективним, коли воно спричинене атакуючим трафіком та можна аналізувати пакети перевантаженої ланки. В разі, коли перевантаження спричинено звичайним трафіком, при великому напливі законних користувачів, виявлення перевантажень може бути хибним, оскільки алгоритм не зможе відрізнити легітимний трафік від атакуючого.

Механізми захисту на проміжних мережах ефективні, оскільки атака може бути відстежена та знешкоджена. Прикладом таких механізмів є трасування, буксирування [1]. Механізм джерело – мережа може зупинити потоки атаки перш ніж вони увійдуть до Інтернет ядра і перш ніж вони агрегуються та з'єднуються з іншими потоками атак.

Фергесоном та Сені [2] запропоновано рівень фільтрації, який обмежує спад трафіку з IP-адресами, які не відповідають префіксу домену підключеного на вхід маршрутизатора. Вихідна фільтрація забезпечує тільки визначеного чи виділеного IP-адресного простору, що залишає мережу. Парк та Лі [3] використовують інформацію про маршрути, щоб відфільтрувати підроблені IP-адреси.

Безсумнівно, що DDoS атаки є важливою задачею для механізмів захисту. Розглянуті механізми захисту дозволяють на практиці організувати ефективну комп'ютерну мережу, ресурс якої в повній мірі використовується виключно для користувачів мережі.

1. S. M. Bellavin, "ICMP traceback messages", Internet Draft, 2001
2. P. Ferguson and D. Senie, "RFC 2827: Network Ingress Filtering: Defeating Denial of Service attacks which employ IP source Address .
3. K. Park and H. Lee, "On the effectiveness of probabilistic packet making for IP traceback under Denial of Service attack", hoc. IEEE WOCOMM Anchorage, AK, USA, pp. 338-347, Apr. 2001.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Ідеальний метод медичної діагностики повинен мати стопроцентну чутливість та специфічність – по-перше, не пропускати жодної дійсно хворої людини та, по-друге, не ставити хибного діагнозу здоровим людям. Тому актуальною задачею є розробка методів діагностики, які б забезпечували чітке розмежування між діагностичними ознаками певного захворювання хворих та здорових людей.

Нейронні мережі являють собою нелінійні системи, що дозволяють набагато краще класифікувати дані, ніж багатовимірна статистика, яка зазвичай використовується в інформаційних системах. В прикладних програмах до медичної діагностики вони дають можливість значно підвищити специфічність методу, не знижуючи його чутливості. В медицині знайшла використання головна особливість нейромереж – здатність до навчання. Для розв'язку певної задачі на комп'ютері традиційним методом необхідно знати правила (математичні формули), по яким з вхідних даних можна отримати вихідні (знайти розв'язки задачі). За допомогою нейромережі можна знайти розв'язок, не знаючи правил, а маючи лише декілька прикладів. Нейромережі використовують підхід до розв'язку задач, що є найбільш близький до людського, ніж традиційні розрахунки. Інша важлива властивість нейромережі – здатність знаходити розв'язок, при наявності зашумлених, викривлених та навіть суперечливих даних.

Нейронна мережа являє собою сукупність нейронів – простих елементів, пов'язаних між собою певним чином. Нейрони та міжнейронні зв'язки задаються програмно на звичайному комп'ютері або можуть мати „матеріальну” основу – особливу мікросхему (нейрочіп), які застосовуються в спеціально створених нейрокомп'ютерах. Структура взаємозв'язків між нейронами в нейрокомп'ютері або нейропрограмі аналогічна до структури взаємозв'язків в біологічних об'єктах. Штучний нейрон має комунікації з іншими нейронами через синапси, що передають сигнали від інших нейронів до нього (дендрити) або від даного нейрона до інших (аксон). Крім того нейрон може бути пов'язаний сам з собою. Декілька нейронів, пов'язаних між собою певним чином, утворюють нейронну мережу.

Аналіз публікацій про застосування нейромережових технологій в медицині показує, що практично відсутні будь-які методології розробки нейромережових медичних систем, про що свідчить як відсутність робіт такого профілю, так і велика різноманітність підходів до нейромережових алгоритмів навчання та архітектур нейронних мереж. Необхідно відмітити, що всі медичні розробки нейронних мереж для практичного використання (діагностики, лікування, прогнозування) створені закордонними науковцями. Більшість вітчизняних робіт спрямовані на дослідження нейронних мереж та моделювання за їх допомогою деяких біологічних процесів (переважно функцій нервової системи).

Доповідь присвячено одному з сучасних напрямків в області інформатики та обчислювальної техніки – нейрокомп'ютерним технологіям, а також огляду існуючих нейромережових розробок, що лежать в основі сучасних комп'ютерних систем медичної діагностики.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

Завдання маршрутизації зважується на основі аналізу таблиць маршрутизації, розміщених у всіх маршрутизаторах і кінцевих вузлах мережі.

Протоколи маршрутизації (наприклад, RIP, OSPF, NLSF) варто відрізнити від власне мережових протоколів (наприклад, IP, IPX). І ті й інші виконують функції мережного рівня моделі OSI – беруть участь у доставці пакетів адресатові через різномірну складену мережу.

При зміні конфігурації мережі деякі записи в таблиці стають недійсними. У таких випадках пакети, відправлені по помилкових маршрутах, можуть зациклюватися й губитися. Від того, наскільки швидко протокол маршрутизації приводить у відповідність вміст таблиці реальному стану мережі, залежить якість роботи всієї мережі.

Протоколи маршрутизації можуть бути побудовані на основі різних алгоритмів, що відрізняються способами побудови таблиць маршрутизації, способами вибору найкращого маршруту й інших особливостей своєї роботи.

У багатомаршрутних таблицях повинне бути задане правило вибору одного з маршрутів. Найчастіше один шлях є основним, а інші – резервними.

Адаптивні алгоритми звичайно мають розподілений характер, що виражається в тому, що в мережі відсутні які-небудь виділені маршрутизатори, які збирали б й узагальнювали топологічну інформацію: ця робота розподілена між всіма маршрутизаторами.

Найпоширенішим протоколом, заснованим на дистанційно-векторному алгоритмі, є протокол RIP, що розповсюджений у двох версіях – RIP IP, що працює із протоколом IP, і RIP IPX, що працює із протоколом IPX.

“Широкомовне” розсилання (тобто передача пакета всім безпосереднім сусідам маршрутизатора) використовується тільки при змінах стану зв'язків, що відбувається в надійних мережах не так часто. Вершинами графа є як маршрутизатори, так і поєднані ними мережі. Розповсюджувана по мережі інформація складається з опису зв'язків різних типів: маршрутизатор-маршрутизатор, маршрутизатор-мережа.

Щоб зрозуміти, у якому стані перебувають лінії зв'язку, підключені до його портів, маршрутизатор періодично обмінюється короткими пакетами HELLO зі своїми найближчими сусідами. Цей службовий трафік також засмічує мережу, але не в такому ступені як, наприклад, RIP-пакети, тому що пакети HELLO мають набагато менший обсяг.

Мережові протоколи активно використовують у своїй роботі таблицю маршрутизації, але ні її побудовою, ні підтримкою її вмісту не займаються. Ці функції виконують протоколи маршрутизації.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ

На початок 2012 року, за даними Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації, кількість користувачів широкосмугового доступу до мережі Інтернет в Україні становила 18,7% загальної чисельності населення (17,3% в 2011р.). Проникнення широкосмугового доступу в країні перевищило 22,5% від загальної кількості абонентів. За прогнозами на 2013 рік у світі кількість абонентів широкосмугового доступу, які будуть підключені до FTTH-ліній збільшиться. Користувачам необхідно отримувати великі обсяги даних, а технології з використанням оптичного кабелю – FTTx є найбільш перспективними, бо забезпечують найбільші швидкості, чого не може досягнути жодна з альтернативних технологій дротового або радіо абонентського доступу.

На сьогоднішній день широкого розповсюдження набули мультисервісні мережі. Вони представляють собою мережі нового покоління, основною особливістю яких є передача різних типів інформації по одній волоконно-оптичній мережі, завдяки чому досягається універсальний доступ до мережі, надається різноманітний спектр послуг, від розважальних до навчальних. Серед них слід відзначити: IPTV та VoD - сервіс потокової трансляції телеканалів за допомогою технології багатоадресної передачі інформації мережу (multicast), або одноадресної доставки відео контенту (unicast), яка використовується в відео по запиті, Audiostreaming – можливість прослуховувати на комп'ютері музичний контент, VoIP – передача голосового трафіку через IP мережу, доступ до ігрових серверів. Розгортання широкосмугового доступу на базі технології FTTx набирає темпи і, за прогнозами експертів, вже в найближчі роки перевищить кількість користувачів технології xDSL (рисунок 1).

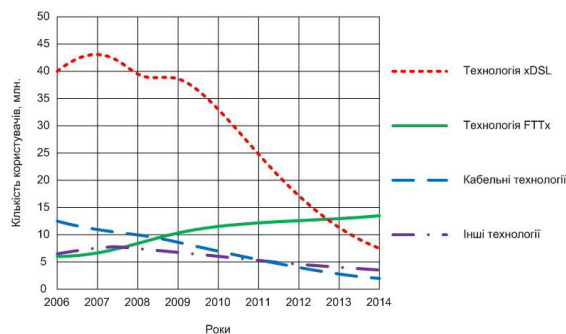


Рисунок 1 – Глобальні тенденції застосування технологій широкосмугового абонентського доступу на 2006-2014 рр.

Переваги підключення оптоволоконним каналом: висока швидкість роботи (у декілька разів перевищує швидкість з'єднання по мідній парі); можливість побудови виділеної лінії оптоволоконним каналом при відсутності технічної можливості для організації виділеної лінії по комунікаціям міста. Таким чином, використання оптичних технологій здатне забезпечити широкосмуговий доступ, достатній для надання всім абонентам існуючих та перспективних послуг зв'язку. Тому розбудова волоконно-оптичної мережі доступу з наближенням оптичного волокна до абонента є актуальним завданням.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ОБЧИСЛЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТА ІНТЕРГАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ОБ'ЄКТІВ В ТЕКСТОВИХ ДАНИХ

Актуальною задачею сьогодення, враховуючи надвелику кількість висловлювань з явно, або не явно вираженою opinією користувачів в мережі Інтернет є питання їхнього пошуку, збору, аналізу та узагальнення. Засоби, котрі дозволили б здійснювати узагальнення позитивних чи негативних висловлювань користувачів дали б змогу вирішити ряд проблем, таких як вибір релевантного товару для покупки, замовлення потрібної послуги чи аналіз та маркетингове дослідження ринку.

У доповіді представлено алгоритм узагальнення opinії користувачів та його програмну реалізацію на основі математичної моделі обчислення інтегрального показника об'єкта та вагових коефіцієнтів його компонент.

Вхідними даними є кількість об'єктів, котрі порівнюються, кількість їхніх компонент за якими вони порівнюються та кількість позитивних, негативних та нейтральних відгуків. Всі вхідні дані вводяться вручну. Для реальних систем opinion mining вхідними даними повинні бути реальні висловлювання, котрі будуть аналізуватися на позитивність та негативність.

Результатами виконання, що зображені на рисунку 1, є обчислення вагових коефіцієнтів для компонент об'єкта, побудова графіка порівняння компонент об'єктів та самих об'єктів згідно кількості позитивних та негативних висловлювань.



Рисунок 1 – Результати роботи програмної реалізації алгоритму узагальнення opinії

Як видно з рисунка 1, при порівнянні компонент об'єктів, важко сказати, котрий з об'єктів кращий, можна лише порівнювати котра компонента певного об'єкта краща за іншу. При порівнянні об'єктів чітко видно, що об'єкт 2 кращий від об'єкта 1 відповідно до кількості висловлювань користувачів.

УДК 004.4

В. Яцишин, В. Власюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ

На сьогоднішній день банківська діяльність характеризується широким спектром надання послуг, починаючи від сплати рахунків та грошових переказів, закінчуючи гнучкими кредитами і депозитами, адмініструванням витрат і створення власного пенсійного фонду. Варто зауважити, що з кожним днем збільшується роль електронних грошей, які надають ширші можливості маніпуляції з ними. Але разом із збільшенням наданих послуг збільшується навантаження на інформаційну інфраструктуру банків. Використання людських ресурсів для надання послуг займає надзвичайно багато часу і ресурсів, а також підвищує ризик помилок в роботі. Тому, актуальною задачею є розробка інформаційних систем для автоматизації послуг, які надаються банками, а також забезпечення надійності та зручності у використанні програмного забезпечення.

Забезпечення надійності зберігання даних у банках реалізується шляхом застосування сучасних апаратних засобів, зокрема апаратних фаєрволів, а програмне забезпечення все ж має недоліки і потребує вдосконалення. Для підвищення надійності та якості програмного забезпечення банків необхідно проаналізувати сучасні технології розробки програмних систем, а також оцінити їх якість.

Одним з перших кроків щодо розв'язку цієї задачі є моделювання роботи банківської системи, зокрема сегменту, який стосується масового обслуговування клієнтів. До таких систем належить інформаційна система, в основі якої лежить використання банкоматів. Оскільки, використати реальні банкомати немає змоги, тому пропонується розробити програмне забезпечення, яке б моделювало його роботу.

На сьогоднішній день, існують нові рішення для створення програмного забезпечення, які не тільки полегшують розробку, але й надають високу гнучкість його модернізації.

Одним з таких засобів є Microsoft Visual Studio. Вона представляє собою інтегроване середовище розробки (IDE), в якому можна розробити консольні і графічні користувацькі інтерфейси, разом з Windows Forms додатками, веб-сайтів, веб-додатків та веб-сервісів. Visual Studio підтримує різні мови програмування, які дозволяють редактору коду і відладчику підтримувати практично будь-яку мову програмування. Звісно, що функціональність банків сильно залежить і від їх комунікації між собою та зберігання результатів їх роботи. Як і в першому варіанті, компанія Microsoft пропонує нове рішення цієї проблеми - MSSQL Server. Microsoft SQL Server в якості мови запитів використовує версію SQL з багатьма розширеннями, що дозволяє швидко розробляти нові бази даних і полегшує їх адміністрування. SQL Server надає можливість підключення користувачів через веб-сервер-сервіси, що використовують протокол SOAP. Це дозволяє клієнтським програмам, не призначеним для Windows, кросплатформно з'єднуватися з SQL Server. SQL Server підтримує дзеркалювання та кластеризацію баз даних, що дозволяє розподілити робоче навантаження між декількома серверами. За допомогою наведених вище технологій та засобів розробки програмного забезпечення і бази даних, розроблено програмну систему моделювання роботи банкоматів, яка в подальшому буде оцінена з точки зору надійності та задоволення потреб клієнтів банку.

СЕКЦІЯ 4. ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ

УДК 519.6

Д. Михалик, М. Петрик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ДИФУЗІЇ В БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКАХ

У роботі представлено результати числового аналізу та ідентифікації розподілів коефіцієнтів дифузії для двох компонентних (Fe і Dy) плівок для різних дифузійних зрізів, що представляють поверхні із загальною тривалістю спостереження 48 год. Досліджувана товщина мультикомпозиту складала до 20 нм. Розглядалось чотири шари по 5 нм кожен. В якості даних експериментальних спостережень використовувались результати, отримані методами атомної спектроскопії для багатокомпонентних (Fe/Dy) наноплівки в лабораторії фізики матеріалів університету м. Руан (Франція).

На рис.1 для поверхні спостереження, що відповідає просторовому зрізу по товщині мультикомпозиту для координаті товщини $z=7$ нм, показаний процес еволюції функціональної залежності в часі коефіцієнтів дифузії, відновлені згідно регуляризаційних процедур ідентифікації. Наведені групи ітерацій, що найбільш суттєвим чином впливають на процес збіжності модельних розв'язку U_{1k_1} та U_{2k_1} до їх експериментальних слідів $f_{1k_1}(t, \gamma_{k_1})$ та $f_{2k_1}(t, \gamma_{k_1})$, візуалізація чого показана на рис. 2.

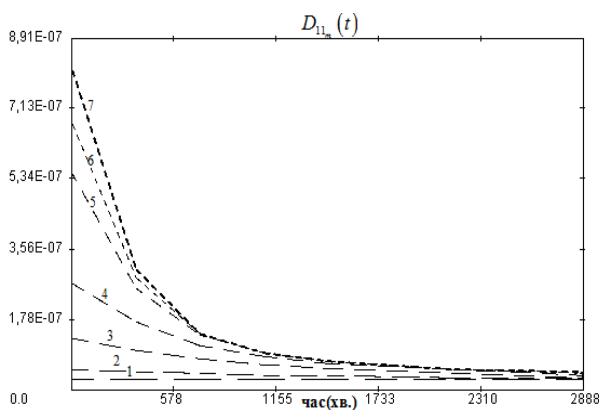


Рисунок 1 – Відновлення функціональної залежності компоненти коефіцієнтів дифузії

$$D_{11_m} \text{ та } D_{22_m}$$

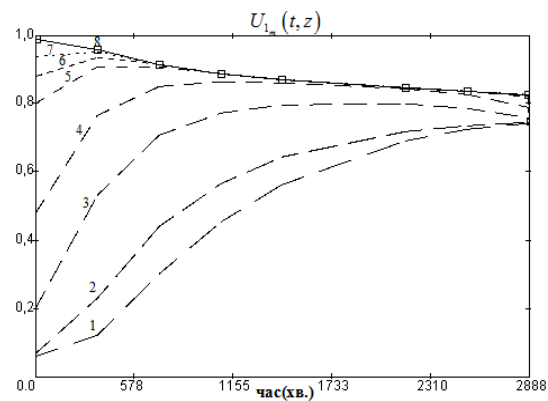


Рисунок 2 – Ітераційне наближення модельних концентраційних профілів U_{1_m} та U_{2_m} до експериментальних

В якості початкового наближення для ідентифікації функціональної залежності компоненти коефіцієнту дифузії взято 1.48×10^{-7} м/с². Далі, по мірі проходження ітерацій функціональна залежність коефіцієнтів дифузії змінюється по всьому часовому діапазону. Для повноти картини тестування алгоритму виконано понад 2500 ітерацій, умовно розбитих на групи. Для останньої групи ітерацій, як видно з поданих діаграм, уже досягається достатньо стійка картина профілів залежності коефіцієнтів, що забезпечує максимальне наближення модельного профілю концентрацій до його експериментального сліду.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РОЗПОДІЛІВ КОЕФІЦІЄНТІВ ВНУТРІШНЬОКРИСТАЛІТНОЇ КОМПЕТИТИВНОЇ ДИФУЗІЇ ДЛЯ СИСТЕМ “БЕНЗОЛ-ГЕКСАН”

Представлено результати проведеної процедури ідентифікації розподілів коефіцієнтів внутрішньокристалітної дифузії для системи “бензол-гексан” для різних положень частинок в пористому шарі вздовж товщини шару середовища. Розглядаються положення частинок в середина шару ($z=0.5$), на вершина шару ($z=1.0$), та на низу шару ($z=0$) середовища.

Відповідно до регуляризаційної процедури ідентифікації відновлено функціональної залежності у часі коефіцієнтів внутрішньочастинкової дифузії $D_{intra,m}^n$ (рис. 1). Приведені групи ітерацій, що найбільш суттєвим чином впливають на процес збіжності модельного розв’язку $q_m^{model,n}$ до його експериментального сліду $q_m^{exp,erm}(t, R/2)$, візуалізація якого показана на рис.2

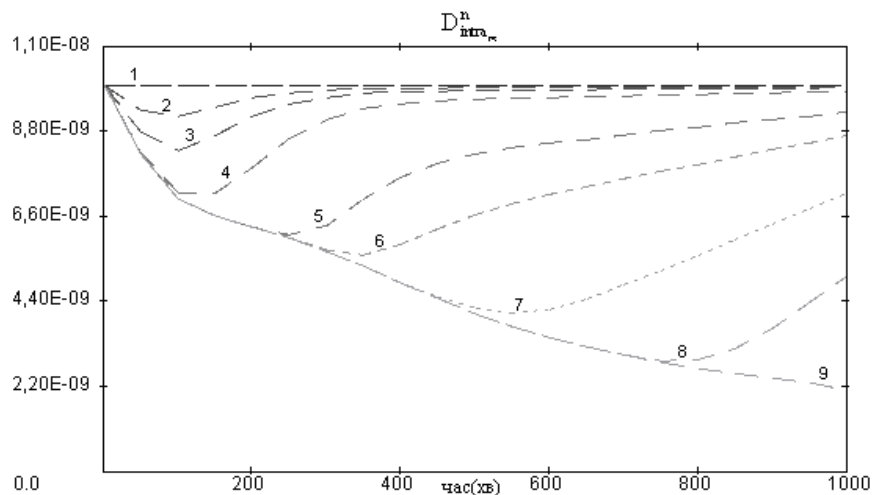


Рисунок 1 – Відновлені функціональні залежності коефіцієнтів дифузії

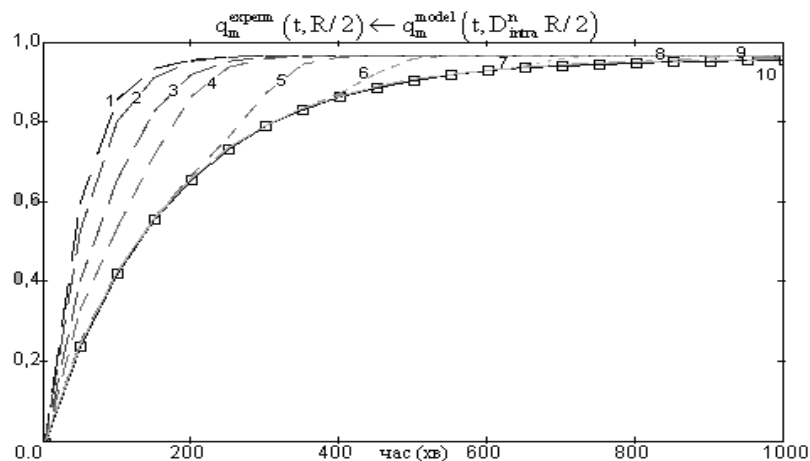


Рисунок 2 – Ітераційне наближення модельних профілів до експериментального

МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У КУСКОВО-ОДНОРІДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ З М'ЯКИМИ МЕЖАМИ

Моделювання процесу дифузії в кусково-однорідному середовищі

$$I_3 = \{r : r \in (R_0, R_1) \cup (R_1, R_2) \cup (R_2, R_3), R_0 > 0, R_3 < \infty\}$$

з м'якими межами за різними законами приводить до задачі інтегрування сепаратної системи диференціальних рівнянь 2-го порядку параболічного типу

$$\begin{aligned} \frac{\partial u_1}{\partial t} + \chi_1^2 u_1 - a_1^2 \Lambda_\mu [u_1] &= f_1(t, r), r \in (R_0, R_1) \\ \frac{\partial u_j}{\partial t} + \chi_j^2 u_j - a_j^2 B_{\alpha_j} [u_j] &= f_j(t, r), r \in (R_{j-1}, R_j), j = 2, 3 \end{aligned} \quad (1)$$

за відповідними початковими умовами (можливо, нульовими), умовами спряження

$$\left[L_{j1}^k [u_k(t, r)] - L_{j2}^k [u_{k+1}(t, r)] \right]_{r=R_k} = \omega_{jk}(t), j, k = 1, 2 \quad (2)$$

та крайовими умовами

$$L_{11}^0 [u_1] \Big|_{r=R_0} = g_0(t), \quad L_{22}^3 [u_3(t, r)] \Big|_{r=R_3} = g_3(t) \quad (3)$$

У рівностях (1) – (3) беруть участь диференціальний оператор Лежандра

$$\Lambda_\mu = \frac{d^2}{dr^2} + cth r - \frac{d}{dr} + \frac{1}{4} - \frac{\mu^2}{sh^2 r}, \quad \text{диференціальний оператор Бесселя}$$

$$B_\alpha = r^2 \frac{d^2}{dr^2} + (2\alpha + 1)r \frac{d}{dr} + \alpha^2 - \lambda^2 r^2, \quad \text{де } \mu \geq 0, 2\alpha + 1 \geq 0, \lambda \in (0, \infty) \quad \text{та}$$

диференціальні оператори $L_{jm}^k = \left(\alpha_{jm}^k + \delta_{jm}^k \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial}{\partial r} + \beta_{jm}^k + \gamma_{jm}^k \frac{\partial}{\partial t}, k = \overline{0, 3}; j, m = 1, 2.$

Умови на коефіцієнти загальноприйняті.

Точний аналітичний розв'язок задачі (1) – (3) побудовано методом інтегрального перетворення Лапласа:

$$\begin{aligned} u_j(t, r) &= \int_0^t \left[W_{1j}(t-\tau, r) g_0(\tau) + W_{3j}(t-\tau, r) g_3(\tau) \right] d\tau + \sum_{i,k=0}^2 \int_0^t R_{ik}^j(t-\tau, r) \omega_{ik}(\tau) d\tau + \\ &+ \sum_{k=10}^3 \int_{R_{k-1}}^{R_k} H_{jk}(t-\tau, r, \rho) [f_k(\tau, \rho) + \delta_+(t) \psi_k(\rho)] \varphi_k(\rho) d\rho d\tau, j = \overline{1, 3} \quad (4) \\ &\left(\varphi_1(r) = sh r, \varphi_2(r) = r^{2\alpha_1-1}, \varphi_3(r) = r^{2\alpha_2-1}, 2\alpha_j + 1 \geq 0 \right) \end{aligned}$$

Інтегральне зображення (4) розв'язку задачі (1) – (3) носить алгоритмічний характер і може бути використаний як в теоретичних дослідженнях, так і в інженерних розрахунках.

УДК 681.3.06, 519.68

А. Головатий

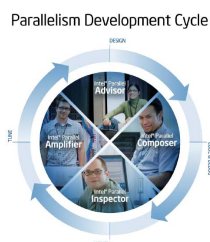
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОГЛЯД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ INTEL PARALLEL STUDIO – ІНСТРУМЕНТУ РОЗРОБКИ РОЗПАРАЛЕЛЕНИХ ПРОГРАМ

Компанія Intel – одна із лідерів в області паралельних обчислень, розширює свій багаторічний досвід створення програмних засобів розробки розпаралелених програм в сторону клієнтського програмного забезпечення для персональних комп'ютерів. На сьогодні розробникам програмного забезпечення (ПЗ) під ОС Windows потрібні потужні і зручні засоби для адаптації існуючого і створення нового ПЗ, яке максимально використовуватиме продуктивність персональних комп'ютерних систем (десктопних, мобільних) з багатоядерними процесорами. Графічний інтерфейс програм зазвичай може бути написаний на Java або .NET мовах програмування. Проте, в більшості випадків ті частини програм, які вимогливі до продуктивності (обчислювачі, фільтри, кодеки, і т.д.), реалізовані саме на C/C++, і саме в них важливо домогтися залучення всіх можливостей мікропроцесора.

Фактично, на сьогодні, стандартним інструментом розробника ПЗ під ОС Windows є Microsoft Visual Studio. Компанія Intel пропонує розширити можливості Visual Studio з метою полегшення і оптимізації циклу розробки масштабованих розпаралелених програм для Windows. Сьогодні не виникає сумніву, що подальше збільшення продуктивності програм буде досягатися за рахунок того, наскільки добре ці програми розпаралелені і як добре вони масштабуються зі збільшенням кількості процесорів в системі. Ідеальна програма буде автоматично використовувати всю потужність нових процесорів за рахунок залучення до роботи великої кількості ядер, число яких на кристалі постійно зростає з кожним поколінням архітектури процесорів.

Intel Parallel Studio – це набір із декількох інструментів, який є розширенням Microsoft Visual Studio, що дозволяє досягти хорошої ефективності розпаралелених програм на мультіядерних системах. До складу цього набору входять чотири окремих продукти, кожний з яких використовується в своєму сегменті циклу розробки.



До складу пакета входять:

- Intel Parallel Advisor: допомагає знайти можливості розпаралелення коду з самого початку розробки програми.
- Intel Parallel Composer: призначений для генерування паралельного коду, тобто створення програм за допомогою компілятора і широкого набору бібліотек для багатопотокових алгоритмів.
- Intel Parallel Inspector: перевіряє паралельну програму на коректність і шукає помилки роботи з пам'яттю.
- Intel Parallel Amplifier: виявляє "вузькі місця" у програмі, які заважають масштабованості і збільшенню продуктивності на мультіядерних платформах.

УДК 681.3.06, 519.68

А. Головатий¹, Р. Капаціла²

¹ (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

² (Технічний коледж ТНТУ імені Івана Пулюя)

ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ INTEL PARALLEL ADVISOR I INTEL PARALLEL COMPOSER ПАКЕТУ INTEL PARALLEL STUDIO

Існує два підходи до розробки розпаралелених програм. Перший - це розпаралелення, часткове або повністю, вже готових послідовних програм, для пришвидшення роботи деяких досить ізольованих ділянок, часто алгоритмів, які не стосуються всієї архітектури проекту. Розробник просто аналізує програму і визначає ті її ділянки, які використовують максимальну кількість ресурсів мікропроцесора. Потім аналізується структура проекту і приймається рішення щодо модифікації того або іншого алгоритму. Другий підхід припускає з самого початку проектування із врахуванням вимог паралельного виконання навантаження. Якщо проект можна розділити на ділянки, які повинні виконуватися одночасно, то почати його реалізацію у вигляді програми часто є складною задачею для початківців. На допомогу приходять Parallel Advisor. Parallel Advisor знайде, через що саме паралельна реалізація може виявитися неефективною, і спробує видати потрібні рішення. Крім того, всі знання щодо застосування паралельних бібліотек будуть зібрані тут у вигляді прикладів і шаблонів, для того щоб максимально полегшити початковий етап їх використання. Однак і у випадку з розпаралеленням готової послідовної програми, Advisor вкаже шлях до розпаралелення, перевірки коректності і оптимізації програми.

Intel Parallel Composer – це не просто компілятор C++ від Intel. Він вже інтегрований в Visual Studio разом з бібліотекою продуктивності IPP і паралельною бібліотекою TBB, що значно полегшує процес розробки паралельного коду. Наявність відразу декількох компонентів у пакеті дозволить відразу ж почати оптимізувати програму з використанням паралельних технологій, які містить Composer:

- Обчислювальні примітиви, реалізовані у вигляді функцій в бібліотеці IPP, гарантують високу продуктивність алгоритмів на платформах Intel;
- Підтримка нової версії стандарту OpenMP 3.1 дозволить використати багатозадачність (multitasking);
- Новий тип даних Valarray спростить код векторних операцій, а компілятор згенерує ефективний бінарний код, що задіє SIMD-інструкції для збільшення продуктивності;
- Підтримка компілятором елементів стандарту C++0x полегшить написання коду програмістам.

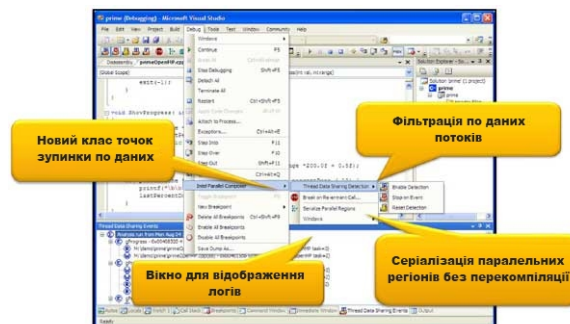


Рисунок 1 – Вбудований паралельний відгадчик

УДК 519.6

В. Дейнека¹, М. Петрик²

¹ (Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України)

² (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕНОСУ В БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКАХ

З метою отримання регуляризаційних виразів для визначення компонентів кінетичних параметрів масопереносу на основі теорії оптимального керування станом багатокомпонентних розподілених систем, розглянемо пряму крайову задачу ідентифікації коефіцієнтів дифузії в параметричній та функціональній постановках.

а) Параметрична ідентифікація. На областях Ω_{k_r} концентрації $U_{1_k}(t, z)$, $U_{2_k}(t, z)$, задовольняють системі рівнянь в частинних похідних з відповідними початковими та крайовими умовами та інтерфейсними умови між тонкими шарами по z :

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(D_k \begin{bmatrix} U_{1_k}(t, z) \\ U_{2_k}(t, z) \end{bmatrix} - D_{k+1} \begin{bmatrix} U_{1_{k+1}}(t, z) \\ U_{2_{k+1}}(t, z) \end{bmatrix} \right) \Big|_{z=l_k} = 0, \quad k = \overline{1, n}, \quad t \in (0, T). \quad (1)$$

б) Функціональна ідентифікація. З урахуванням того, що розв'язок прямої задачі необхідно мати у формі, зручній для реалізації процедури функціональної ідентифікації та при умові, що відомі сліди розв'язку для кожного досить тонкого k -го сегмента, можна переформатувати пряму крайову задачу в систему – однорідних крайових задач для послідовних тонких дифузійних шарів та крайовими умовами першого роду

$$\begin{aligned} U_{s_k}(t, z) \Big|_{z=l_{k-1}} &= U_{sl_{k-1}}; \\ U_{s_k}(t, z) \Big|_{z=l_k} &= U_{sl_k}, \quad s = \overline{1, 2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Для вибору функціоналу-нев'язки припускаємо, що коефіцієнти дифузії D_{sp} , $s, p = \overline{1, 2}$ вихідної крайової задачі є невідомими і на поверхнях областей $\gamma_k \subset \Omega_k$, $k = \overline{1, n+1}$, неоднорідного середовища відомі сліди розв'язків (концентрацій):

$$U_{s_k}(t, z) \Big|_{\gamma_k} = f_{s_k}(t, z) \Big|_{\gamma_k}. \quad (3)$$

Функціонал-нев'язку, що визначає величину відхилення шуканого розв'язку від слідів розв'язку, отриманого емпіричним шляхом на поверхнях γ_k , для задачі параметричної ідентифікації запишемо у вигляді:

$$J_s(D_{sp}(t)) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n+1} \int_{l_{k-1}}^{l_k} \left(\| U_{s_k}(\tau, z, D_{spk}) - f_{s_k} \|_{L_2(\gamma_k)}^2 \right) \sigma_k dz, \quad (4)$$

де $\| \varphi \|_{L_2(\gamma_m)}^2 = \int_{\gamma_m} \varphi^2 d\gamma_m$ – квадрат норми.

Для випадку функціональної ідентифікації, відхилення шуканого розв'язку від його слідів на поверхнях спостереження $\gamma \in \Omega_m$ для кожної точки z для кожного m -го сегмента запишеться у вигляді:

$$J_s(D_{sp}) = \frac{1}{2} \int_0^T \left(\| U_{s_k}(t, l_k, D_{spk}) - f_{s_k} \|_{L_2(\gamma_k)}^2 \right) dt. \quad (5)$$

УДК 681.3.06, 519.68

А. Головатий¹, Р. Капаціла²

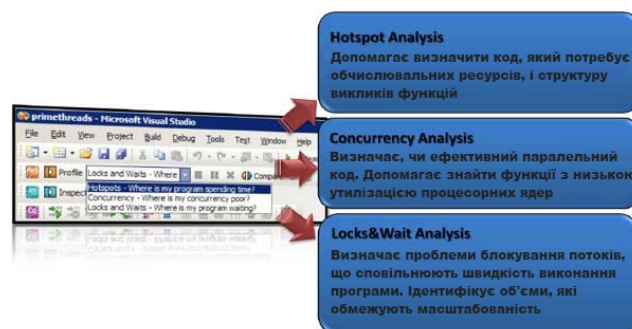
¹ (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

² (Технічний коледж ТНТУ імені Івана Пулюя)

ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ INTEL PARALLEL AMPLIFIER ПАКЕТУ INTEL PARALLEL STUDIO

Intel Parallel Amplifier – профілювальник продуктивності призначений для того, щоб з’ясувати, наскільки ефективно використовується мультипроцесорна платформа програмою, і де перебувають ті вузькі місця в програмі, які заважають їй масштабуватися і збільшувати продуктивність із ростом обчислювальних ядер в системі. Методологія профілювання програми досить проста: необхідно відповісти на три основних питання, кожне з яких відповідає своєму типу аналізу і відображає суть, місце і причини проблем з продуктивністю.

- Hotspot – аналіз. “На що моя програма витрачає обчислювальний час процесора?” Необхідно знати ті місця в програмі, Hotspot-функції, де найбільше витрачається обчислювальних ресурсів при виконанні, а також той шлях, по якому ми в ці місця потрапили, тобто стек викликів.
- Concurrency – аналіз. “Чому моя програма погано паралелиться?” Буває, що незалежно від того, наскільки просунута паралельна інфраструктура програми, очікуваний приріст продуктивності при переході наприклад від 4-ядерної системи до 8-ядерної так і не досягається. Тому тут потрібна оцінка ефективності паралельного коду, що дала б подання про те, на скільки повно використовуються ресурси мікропроцесора.
- Locks & Wait – аналіз. “Де моя програма простоє чекаючи синхронізації або операції вводу-виводу?” Зрозумівши, що наша програма погано масштабується, ми хочемо знайти, де саме і які саме об’єкти синхронізації стали на шляху до гарної паралельності. Можливо необхідно переглянути реалізацію алгоритмів, а може, і всю паралельну інфраструктуру програми.



Кожний із цих видів аналізу запускається окремо і має власне вікно представлення результатів. При цьому вбудований Source View розширює можливості огляду результатів щодо вихідного коду програми, а Statistical Call Tree, або статистичне дерево викликів, допомагає отримати “об’ємне” представлення про шляхи викликів Hotspot-функцій. Наявність вбудованого функціоналу порівняння результатів дозволяє відслідковувати вплив зміни коду програми на її продуктивність.

Отже, результатом запуску програми на Hotspot-аналіз буде інтегроване в головне вікно Visual Studio вікно зі списком “гарячих” функцій, напроти кожної з яких представлена її тимчасова характеристика як у числовому, так і в графічному представленні.

УДК 681.3.06, 519.68

А. Головатий, Л. Рогатинська

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ INTEL PARALLEL INSPECTOR ПАКЕТУ INTEL PARALLEL STUDIO

Intel Parallel Inspector – інструмент, що допомагає позбутися від помилок в багатопотоковій програмі на етапі верифікації, підвищуючи коректність і стабільність її виконання. Інструмент Parallel Inspector виявляє два класи помилок: помилки багатопотоковості і помилки роботи з пам'яттю, причому аналіз для кожного класу запускається окремо.

Механізм виявлення помилок пам'яті побудований на аналізі абсолютно всіх інструкцій читання/запису та їх адрес на рівні бінарного коду за допомогою бінарної інструментації. В основі інструментації лежить утиліта Pin - A Dynamic Binary Instrumentation Tool, яка проникає в досліджуваний процес під час його запуску і відслідковує виконання практично будь-яких інструкцій, надає API-доступу до вмісту регістрів, контексту виконання програми, символічної і відлагоджувальної інформації.

Parallel Inspector здатний виявляти наступні види помилок роботи з пам'яттю:

- Memory Leak – виникають при виділенні програмою пам'яті в купі і не звільненні її по закінченні програми;
- Invalid Memory Access – виникають при читанні/запису за недійсними адресами пам'яті, в купі або в стеці;
- Invalid Partial Memory Access – виникають при читанні/запису за частково недійсними адресами пам'яті;
- Missing Allocation – виникають при спробі звільнити пам'ять за неіснуючою адресою;
- Mismatched Allocation/Deallocation – виникають при спробі звільнити пам'ять за допомогою функцій, не відповідні функції виділення пам'яті;
- Uninitialized Memory Access – виникають при спробі читання непроініціалізованої пам'яті, в купі або в стеці;
- Uninitialized Partial Memory Access – виникають при спробі читання частково неініціалізованої пам'яті.

Помилки багатопотоковості. Найпоширеніші помилки багатопотоковості – це “перегони” (Data Races), або конкуруючий доступ потоків до розділювальних даних, і взаємоблокування (Deadlocks), коли, захопивши неправильно розставлені об'єкти синхронізації, потоки самозаблокувалися і не можуть продовжити своє виконання.

Parallel Inspector здатний виявляти наступні помилки багатопотоковості:

- Lock Hierarchy Violation – виникає при захопленні декількох об'єктів синхронізації, що складаються в ієрархії або вже захоплених даним потоком, підмножина помилок взаємного блокування, Deadlock;
- Potential Privacy Infringement – виникає при спробі доступу до стекової пам'яті іншого потоку.

Після закінчення виконання програми Inspector виведе список помилок і діагностичних повідомлень про події, пов'язаних з існуванням потоків в процесі виконання. Кожному повідомленню Inspector співставить рядок вихідного коду, в якому виявлена причина тієї або іншої події або помилки, а також стек викликів функцій і адрес пам'яті.

ПРОБЛЕМА БАГАТОАЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИБОРУ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Створення програмних систем (ПС) є досить трудомістким і вартісним процесом. Це викликано тим, що ПС є високоінтелектуальним продуктом, а це ускладнює математичну формалізацію процесів їх створення і не дозволяє застосувати засоби їх автоматизації. Особливо це стосується таких процесів, як розробка, аналіз та комунікація специфікацій вимог, проектування архітектури, оцінювання якості [1].

Найбільш широко використовуваним підходом до проектування архітектури ПС є використання шаблонів (патернів) проектування, який полягає у виборі з множини альтернативних варіантів оптимального відповідно до сукупності критеріїв якості [2].

Якість ПС (а також її архітектури) у відповідності із стандартом ISO 25010 є ієрархічною структурою, яка має рівні характеристик (підхарактеристик), атрибутів. Тому задача вибору оптимальної архітектури з множини альтернатив за сукупністю критеріїв якості є задачею багатокритеріальної оптимізації на ієрархічній структурі.

Для розв'язання цієї задачі найбільш підходить метод аналізу ієрархій Сааті [3]. Однак, він добре працює на невеликій кількості критеріїв ($k \leq 7 \pm 2$), а також має суттєвий недолік, який полягає у неузгодженості коефіцієнтів матриці парних порівнянь, за якими знаходяться вагові множники w_i . Якщо коефіцієнти матриці парних порівнянь узгоджені, то справедлива рівність (1):

$$\gamma_{ij} = w_i / w_j, \quad w_i = \gamma_{ij} \cdot w_j, \quad (1)$$

тут w_i – вагові множники i -го критерію, γ_{ij} – коефіцієнт переваги i -го критерію над j -м.

Однак при значній кількості критеріїв неузгодженості коефіцієнтів матриці парних порівнянь є досить суттєвими (20–30%), що не дозволяє отримати прийнятне рішення. Для подолання цього недоліку запропоновано знаходити w_i , як рішення задачі мінімізації неузгодженостей в γ_{ij} . Одним з варіантів такої задачі є наступна (2):

$$\min_{\{w_i\}_{i=1,n}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i - \gamma_{ij} \cdot w_j)^2 \quad (i \neq j). \quad (2)$$

Розв'язок цієї задачі дозволяє отримати прийнятні значення w_i при суттєвих неузгодженнях $\|\gamma_{ij}\|$.

Викладене дає можливість зробити висновок, що застосування методів математичної формалізації та методів оптимізації дає можливість більш ефективно вирішувати задачі програмної інженерії, які стосуються розробки та верифікації вимог до ПС, а також при проектуванні архітектури. Застосування формальних методів є також основою автоматизації цих процесів.

1. ISO/IEC 12207 Software life cycle processes, 2001 – 2004.
2. Брауде Э. Технология разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2004. – 655 с.: ил.
3. С.О. Волкова. Формалізація характеристик якості програмних продуктів та їх узгодження зі специфікаціями тестування для систем критичного та комерційного застосування / С.О. Волкова, О.В. Гнездьонова // Вісник Херсонського національного технічного університету, том 1, 2008, с. 202 – 208.

УДК 004.

Г. Липак, О. Оробчук

(Зборівський коледж ТНТУ імені Івана Пулюя)

ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН НАПРЯМУ «ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ» ПРИ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ ЗА ОКР «МОЛОДШИЙ СПЕЦІАЛІСТ»

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України надало рекомендації [2], [3] керівникам вищих навчальних закладів щодо підготовки кадрів для ІТ-галузі.

Первинну освіту в галузі знань «Інформатика і обчислювальна техніка» надають ВНЗ I-II р.а., готуючи фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем (ОКР) «Молодший спеціаліст». Наймолодшим з напрямів цієї галузі є напрям «Програмна інженерія», започаткований в Україні у 2006 р., а спеціальністю ОКР «Молодший спеціаліст», що відповідає цьому напрямку підготовки фахівців - «Розробка програмного забезпечення» [1]. ОПП спеціальності 5.05010301 «Розробка програмного забезпечення» (Київ, 2008 р.) рекомендує як опорну лише одну позицію літературного джерела – Ядро знань SWEBOOK (Software Engineering Body Knowledge) [4]. При аналізі предметної області виявляємо чимало інших напрацювань зарубіжних науковців, що містять рекомендації з питань підготовки інженерів з розробки ПЗ (наприклад, освітній стандарт «Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering» [5]). На жаль, у них немає шаблону, що враховує особливості української освіти.

Перед викладачами навчальних закладів I-II р.а. постає питання визначення змістовного наповнення дисциплін та глибини охоплення навчального матеріалу. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є поглиблена співпраця з відповідними кафедрами ВНЗ II-IV р.а. з метою узгодження навчальних планів та робочих програм. Вважаємо за доцільне не тільки узгоджувати кількість годин, а й синхронізувати тематичне наповнення курсів. Навчальні проекти слід будувати на реальних прикладах і вводити у практичні завдання штучні ускладнення і перепони, а також елементи, що надають їм реалістичності. Проблему становить і вибір баз технологічної та переддипломної практик та підготовка курсового (дипломного) проекту для студентів напрямку «Програмна інженерія», оскільки в регіонах, віддалених від великих промислових центрів, немає достатньої кількості розвинених ІТ-компаній. До складання навчальних планів доцільно залучати викладачів програмної інженерії, представників різних зацікавлених сторін (індустрії, бізнесу і урядових органів). Оптимізація дисциплін напрямку програмної інженерії має пройти ряд етапів.

Базована на такому підході з врахуванням принципів інноваційності підготовка інженерів програмного забезпечення дозволить сформувати висококваліфікованого фахівця. Рівень знань і вмінь таких кадрів зможе задовольняти потреби ІТ-галузі та відповідати рівню розвитку інформаційних технологій в реальному часі. Крім того, таке навчання програмної інженерії підготує студентів до подальшого навчання протягом усього життя, що дозволить їм йти в ногу з часом і бути здатними вирішувати складні проблеми майбутнього.

1. Наказ МОНУ № 604 від 13.07.2007 «Про порядок введення в дію переліку спеціальностей, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за ОКР молодшого спеціаліста».

2. Лист №1/9-119 від 16.02.12 «Щодо покращення якості підготовки фахівців для ІТ-галузі».

3. Лист №1/9-197 від 16.03.12 «Щодо підготовки кадрів для ІТ-галузі».

4. www.swebok.org, www.it.mmcs.sfedu.ru/docs/s2004.pdf

СЕКЦІЯ 5. НОВІТНІ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 532.5

О. Шаблій, М. Базар, Ч. Пулька, О. Король

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ВОДИ В ТРУБЦІ ПРЯМОКУТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

Розглянемо рух води по трубці прямокутного перерізу. Рух в цьому випадку є одномірним, вздовж осі трубки, розглядається випадок зі сталою швидкістю та тиском (воду ганяє насос). Також враховуючи розміри трубки, вважаємо, що швидкість змінюється тільки по осі x (див. рис. 1)

Вважаємо, що вода при русі прилипає до стінок АБ та ВГ (рис. 1). Таким чином рівняння Нав'є – Стокса запишеться у такому вигляді:

$$\nu \cdot \frac{d^2 V_y}{dx^2} = -\frac{F_y}{\rho} \quad (1)$$

де ν – коефіцієнт кінетичної в'язкості, $\nu = \mu / \rho$, тут μ – коефіцієнт динамічної в'язкості, ρ – густина води, F_y –

сили, що діють на воду, $F_y = P \cdot S$, тут P – тиск, що створюється насосом, S – площа поперечного перерізу трубки.

Мають місце також наступні граничні умови:

$$\begin{aligned} \text{при: } x = x_0 \quad V_y &= 0, \\ x = x_k \quad V_y &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Загальним розв'язком рівняння (1) є вираз:

$$V_y = -F_y \frac{1}{\rho 2\nu} x^2 + C_1 x + C_2 \quad (3)$$

Постійні інтегрування визначимо із граничних умов (2). Таким чином:

$$C_1 = \frac{F_y(x_0 + x_k)}{2\rho\nu}; \quad C_2 = -\frac{F_y x_0 x_k}{2\rho\nu} \quad (4)$$

Беручи до уваги останні вирази запишемо розв'язок рівняння (1) з граничними умовами (2).

$$V_y = -\frac{F_y(x - x_0)(x - x_k)}{2\rho\nu} \quad (5)$$

Прийнявши, трубу з внутрішніми розмірами 40×14 , тобто $x_0 = 0$; $x_k = 0.014$ м, а x лежить в межах від $[0; 0.014]$ побудуємо графік розподілу швидкості по товщині трубки при різних значеннях тиску, що створюється насосом (див. рис. 2).

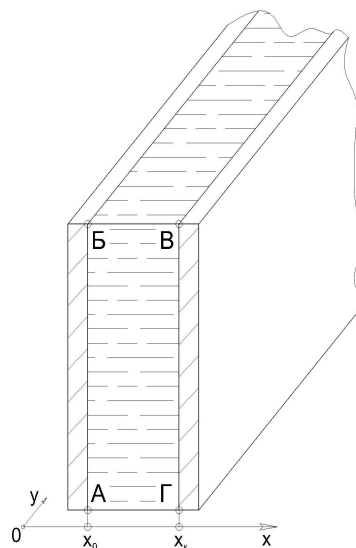


Рис. 1 – Розрахункова схема

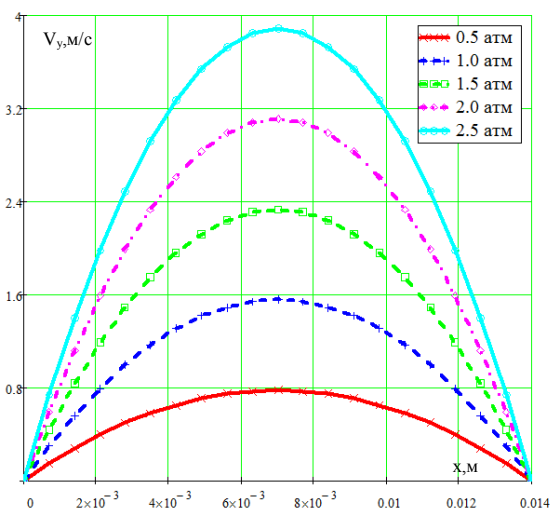


Рис. 2 – Розподіл швидкості по товщині трубки при різних значеннях тиску, що створюється насосом

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВПЛИВУ ПАРІВ ЕФІРУ НА ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТІВ SnO_2-p-Si

В останні роки досліджується можливість використання діодів Шоткі в якості первинних перетворювачів газоподібних речовин, що закономірно і пов'язано з високою чутливістю характеристик цих діодів до стану межі поділу метал-напівпровідник. Ще одна причина підвищеного інтересу до такого роду структур полягає в тому, що вони є одними з найдешевших серед всіх відомих напівпровідникових сенсорів [1].

В даній роботі досліджується кінетика впливу парів ефіру на деякі характеристики гетероструктур диоксид олова – кремній з тонкою плівкою диоксиду. В роботі використовувались контакти SnO_2-p-Si , що отримані за допомогою методу спреї-технології. Аналіз експериментальних вольт-амперних характеристик (ВАХ) є одним із методів отримання системи фізичних параметрів контакту метал-напівпровідник. Результати дослідження кінетики впливу парів ефіру на контакти SnO_2-p-Si наведено на рис. 1.

На цьому рисунку зображено зміну струму від часу при сталій напрузі -5 В. Залежність має нелінійний характер. Через 1,5 хв настає насичення. Після припинення дії ефіру повна релаксація відбувається за 9 хв. Результати даної кінетики відтворювались на протязі 5-10 циклів і при цьому параметри ВАХ суттєво не змінювались. Така кінетика спостерігалась для зворотної гілки ВАХ. Отримані результати можуть бути використані для створення газочутливих гетероструктур на основі диоксиду олова – р – кремнію.

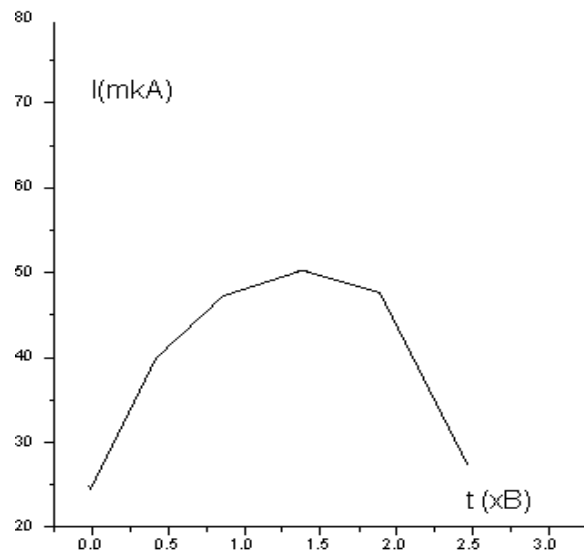


Рис 1. Кінетика впливу парів ефіру на контакт SnO_2-p-Si

ЕФЕКТИ ЕЛЕКТРОННОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ У СИСТЕМАХ З ВАЖКИМИ ФЕРМІОНАМИ ПІД ДІЄЮ ТИСКУ

Рідкісноземельні сполуки типу UPt_3 чи $CeCu_2Si_2$ подовжують залишатися в центрі уваги дослідників [1], завдяки тому, що в них міжелектронні взаємодії можуть стабілізувати як магнітовпорядкований стан, так і надпровідний стан при низьких температурах. Нещодавно, для системи UGa_2 було експериментально показано, що прикладання значного зовнішнього гідростатичного тиску (понад 7 ГПа) приводить до зростання температури Кюрі. При цьому зовнішній тиск посилює обмінну взаємодію за рахунок гібридизації f -електронів U , хоч гібридизація із власними $6d$ станами та d станами лігандів і приводить до розмиття магнітних моментів [2].

У доповіді розглядається модель сильнокорельованої системи з періодично розташованими Андерсон-Габбардівськими центрами. Крім взаємодії між локалізованими магнітними моментами модель враховує і гібридизацію локалізованих та зонних станів. Для опису локалізованої підсистеми використано конфігураційне представлення. Ефект деформації кристалічної ґратки змодельований шляхом перенормування інтегралів перескоку, гібридизації та введення в гамільтоніан пружної енергії ґратки, залежних від зовнішнього тиску. Рівноважні значення деформації ґратки та хімічного потенціалу отримані з умови мінімуму функціоналу вільної енергії системи. Розраховані функції Гріна локалізованих та зонних електронів. На цій основі, досліджується вплив зовнішнього тиску на ефекти локалізації, через перенормування ефективних мас важких носіїв струму. Обговорюється можливий магнітодеформаційний ефект у моделі.

1. Seyfarth G., Ruetschi A.-S., Sengupta K., Georges A., Jaccard D. Heavy fermion superconductor $CeCu_2Si_2$ under high pressure: multiprobing the valence crossover // Препринт arXiv: 1111.4873v1.- P. 1-4.

2. Kolomiets A.V., Havela L., Sechovský V., Javorský P., Kamarád J., Sato N., Cuong T.D. Magnetism and transport in UGa_2 single crystal // Physica B: Condensed Matter.- 1999.- vol. 259-261.- P. 238–239.

ІНФОРМАЦІЙНІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КУРСУ ФІЗИКИ У ТНТУ

Інформаційний супровід навчального процесу набуває виключної ваги за умов, коли, при неперервному підвищенні вимог до якості підготовки фахівця, зменшується фактичний бюджет часу, виділеного на вивчення фундаментальних дисциплін. Без якісної фундаментальної підготовки з математики, фізики, хімії, ґрунтовне вивчення професійно-орієнтованих дисциплін є неможливим, оскільки саме фундаментальні науки формують і термінологію, і методологію розв'язування прикладних задач, і стиль мислення інженера. В умовах, коли відсутній відбір абітурієнтів, мотивація до здобуття технічної освіти залишається низькою, темп виробництва інформації випереджує можливості її аналізу, модель підготовки інженера повинна змінитися. За браком часу на аудиторних заняттях застосувати послідовність „викладання-застосування-перевірка” до всіх елементів робочої програми є неможливим. Застосування інформаційних технологій та сучасних технічних засобів дозволяє, хоча б частково, компенсувати нестачу часу та неадаптованість студентів молодших курсів (щоправда, при цьому підвищені вимоги висуваються до самостійної роботи студента).

В лекційному курсі фізики для шести напрямів підготовки використовуються лекційні презентації з допомогою мультимедійних проекторів. Це дозволяє інтенсифікувати лекції та наповнити їх ілюстративним матеріалом принципово нового типу – анімаціями фізичних явищ та процесів, які виявляють найбільш суттєві характеристики та зв'язки між ними, полегшуючи засвоєння і розуміння фізичних законів. Широко використовуються також навчальні відеофрагменти, що дозволяє частково компенсувати неможливість постановки повноцінного лекційного експерименту. Ці презентації, розміщені у файлообмінниках відповідних електронних курсів, дозволяють активним студентам більш якісно готуватися до різних форм контролю та самостійно опрацьовувати додатковий матеріал.

Сучасний рівень розвитку освітніх технологій пов'язаний із парадигмою „навчання 2.0”, в якій основну роль відіграють вільний доступ до інформації і співучасть студента у проектуванні та проведенні навчального процесу. Засоби для реалізації цієї моделі в достатній мірі наявні у ТНТУ. Йдеться про електронні навчальні курси на платформі ATutor, електронний репозитарій, вікі-ресурси та доступ до всесвітньої мережі. Всі спеціальності на сьогодні забезпечено електронними навчальними курсами (ЕНК) з фізики, з яких шість (38%) сертифіковано. З практики застосування ЕНК можна зробити висновок, що на даний момент готовими до їх застосування є приблизно половина студентів комп'ютерно-орієнтованих спеціальностей. Студенти інших спеціальностей, на жаль, в переважній більшості не готові використовувати ЕНК для самостійної роботи чи тестування. На нашу думку, впровадження семестрового контролю засобами ЕНК слід проводити поетапно, починаючи експеримент з тих спеціальностей, які найбільше до цього готові, як це було зроблено при впровадженні дистанційної форми навчання.

В мережі Інтернет є достатня кількість інформаційних ресурсів, обмежено придатних до використання в ТНТУ, серед них навчальні фільми, анімації, аудіокниги. По можливості, на наступному етапі інформатизації, доцільно було б зосередити зусилля на виробництві власної продукції такого типу, яка в повній мірі відповідала б навчальним програмам та умовам навчання в ТНТУ.

УДК 372.853, 372.862

Ю. Довгоп'ятий

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ

Основна мета практичних занять з фізики – навчити студентів розв'язувати задачі, при цьому студенти повинні добре розуміти суть основних фізичних явищ і процесів, знати фізичні величини і закони, які їх характеризують.

У сучасних умовах багато студентів-першокурсників мають слабкі знання з фізики, зовсім не вміють розв'язувати задачі. Виникає проблема – як продуктивно проводити заняття в групах, де таких студентів достатньо багато.

Запропонована методика дозволяє ефективно працювати з студентами, які прийшли зовсім не готовими до даного практичного заняття. Під час пари вони засвоюють основні закони поточної теми, вчаться робити 1-2 базові задачі по цій темі. На цій же парі відбувається індивідуальна здача студентами основних формул і базових задач. Індивідуальний прийом задач дозволяє виявити слабкі місця в підготовці кожного опитаного студента, допомогти розібратися в цих проблемах і поставити завдання якнайшвидше їх вирішити. Індивідуальний прийом також дозволяє вирішити проблему списування, шпаргалок і підказок з боку інших студентів. Під час проведення пари більш сильним студентам можна давати складніші завдання, які вони роблять в цілому самостійно і при можливості на цьому ж занятті можуть отримати вищий бал по розглянутій темі. Практика проведення занять в різних групах показала, що в підгрупах по 10-15 студентів на занятті, крім пояснення і розв'язування базових задач, можна опитати і добитися підвищення рівня знань у кожного студента. Методика також дозволяє проводити фронтальну відробку практичних занять.

Подальше застосування і вдосконалення методики можна проводити в напрямку організації оптимальних практичних занять з фізики, коли більшість студентів у групі зможуть працювати в основному самостійно, розв'язуючи завдання, які відповідають їх поточному рівню знань і вмінь, і поступово переходити до більш складних завдань. Викладач при цьому буде тільки допомагати вияснити деякі складні питання по теорії і задачах, які будуть виникати у студентів, проводити опитування запланованої кількості студентів, пояснювати і добиватися засвоєння тих питань теорії і практики розв'язування задач, які він вважає принципово важливими.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕСТІВ З ФІЗИКИ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ В КОНТЕКСТІ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ

Проведення контрольних заходів для перевірки знань є важливим елементом навчання. Можливість оперативно та адекватно оцінити навчальні досягнення студентів під час семестру сприяє корекції навчального процесу, дозволяє досягти кращої об'єктивності при підсумковому контролі знань. Одним з можливих інструментів контролю знань є застосування тестів. Насамперед варто зауважити, що тестування, попри відомі переваги (швидкість перевірки, поліваріантність, глибоке охоплення навчальної програми) ні в якому разі не варто абсолютизувати як єдино можливий метод проведення модульного контролю (зокрема, кожен викладач є вільним у виборі методів, форм та способів навчання і контролю поточних знань студентів). Апробований досвід показує, що контрольний тест обов'язково повинен містити певну кількість різних за ступенем складності запитань (оптимально, 10-15 завдань). Концепція поділу завдань (початкового, середнього, достатнього та високого рівнів) добре зарекомендувала себе і потребує відображення при формуванні тестів.

На наш погляд тест обов'язково мусить містити запитання найпростішого рівня (із таблицею запропонованих варіантів відповідей), які відображають базові поняття контрольних тем. На такі запитання повинні давати відповіді всі студенти, які на якісному понятійному рівні володіють навчальним матеріалом. У зв'язку з цим в контексті застосування електронної форми навчання концепція "проблемних запитань" (на які відповідають практично всі) потребує суттєвої корекції, оскільки в цьому сенсі є незастосовною. Модульний тест повинен також містити задачі (з вибором варіанту відповіді) на кілька логічних кроків, які вимагають володіння навчальним матеріалом на достатньому рівні. Обов'язковим елементом модульного тесту має бути наявність запитань з відкритою формою відповіді ("традиційні" широкі запитання по певному напрямку теорії), що передбачає перевірку викладачем не запропонованого варіанту відповіді, а вміння студента викласти думку стосовно того чи іншого фізичного явища, записати основні означення та закони, показати навички виведення формул. Це накладає вимоги на комп'ютерне тестування в межах електронного навчального курсу, оскільки мусить бути простий і надійний інструмент введення фізико-математичного контенту (формул, рисунків тощо). Нарешті модульний тест має містити задачу високого рівня складності, розв'язування якої покликане продемонструвати комплексний характер знань студентів.

У підсумку зазначимо, що досвід апробації модульних тестів з фізики показує, що цей спосіб перевірки знань добре працює у невеликих групах студентів, які добре володіють комп'ютером, та може бути успішно застосований на потоках інформаційного напрямку. Разом з тим варто поетапно вводити таку методику контролю знань на інших спеціальностях у зв'язку з відсутністю у студентів відповідного рівня навичок швидкого введення математичних формул. Також варто застерегти від застосування випадкового підбору тестових запитань засобами електронного курсу та вирішення проблеми валідності тесту лише шляхом розширення кількості запитань у базі – такий спосіб є продуктивним лише при тематичному контролі, тоді як для модульного чи підсумкового контролю більше підходять наперед сформовані варіанти тестів (можлива аналогія – тести ЗНО для абітурієнтів).

ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНА ЗАДАЧА ПРО ДІЮ СЕРЕДОВИЩА ІЗ ПРЯМОКУТНИМ ВКЛЮЧЕННЯМ ПІД ДІЄЮ ПРИКЛАДЕНОЇ ДО НЬОГО СИЛИ

У даній роботі досліджується пружно-пластичне відшаровування волокна прямокутного перерізу в ідеально пружнопластичному середовищі під дією прикладеної до нього сили вздовж осі волокна. Вважається що одна пара паралельних граней волокна перебуває у ідеальному механічному контакті з середовищем, а друга не контактує з ним. Жорсткість волокна є настільки великою, що саме волокно вважається недеформівним.

За вказаних умов у середовищі виникатиме антиплоский напружено-деформівний стан. Внаслідок концентрації напружень в околі вершин включення розвиватимуться пластичні зони, які вважатимемо об'ємно розподіленими. Задача полягає у визначенні залежної від величини навантаження зони пластичних деформацій та напружено деформівного стану в пружній та пластичній областях.

Сформулюємо відповідну крайову задачу. Уведемо декартову систему координат Oxy у площині поперечного перерізу тіла так, аби включенню відповідав прямокутник $|x| \leq a, |y| \leq b$. Нехай $|x| \leq a, y = \pm b$ – відшаровані сторони включення. Позначимо через L невідому межу зони пластичних деформацій, а через D – частину першого квадранта у якій середовище залишається у пружному стані. Тоді $\tau(\zeta) = \tau_{yz}(x, y) + i\tau_{xz}(x, y)$ є аналітичною та однолистою функцією комплексної змінної $\zeta = x + iy$. Визначення $\tau(\zeta)$ зводиться до такої крайової задачі з вільною границею:

$$\begin{aligned} \operatorname{Im} \tau(\zeta) &= 0, & \zeta &= iy, & y &> b; & \operatorname{Re} \tau(\zeta) &= 0, & \zeta &= x + ib, & 0 < x < a; \\ |\tau(\zeta)| &= k, & \zeta &\in L; & & \operatorname{arg} \tau(\zeta) &= -\operatorname{arg}(\zeta - a - ib), & \zeta \in L; \\ \operatorname{Re} \tau(\zeta) &= 0, & \zeta &= a + iy, & 0 < y < b; & \operatorname{Re} \tau(\zeta) &= 0, & \zeta &= x, & x > a; \\ \oint_S \tau(\zeta) d\zeta &= Q, \end{aligned}$$

де k – зсувна границя текучості, Q – величина діючої на включення сили, $2l$ – довжина частини вертикальних сторін прямокутника, не охоплених пластичною зоною, S ($S \in D$) – контур з додатнім обходом.

Подамо шукану функцію $\tau(\zeta)$ у параметричній формі: $\tau = \tau_1(t), \zeta = \zeta_1(t)$ ($t \in H$); $H = \{t | \operatorname{Im} t > 0\}$, $\tau_1 = \tau_1(t)$ – аналітична в області H функція, що здійснює конформне відображення цієї області на півкруг $|\tau_1| < k$, $\operatorname{Re} \tau_1 > 0$, розрізаний вздовж відрізка $0 < \operatorname{Re} \tau_1 < \tau_0 < Q$; $\operatorname{Im} \tau_1 = 0$ і виражається композицією елементарних відображень.

Відносно функції $\lambda(t) = (\zeta_1(t) - a - ib)\tau_1(t)$ отримано крайову задачу Келдиша-Седова, розв'язок якої приведено до квадратур.

Знайдено величину найменшого навантаження $Q = Q^*$, за якого настає повне пластичне відшарування включення. Для довільного $Q < Q^*$ знайдено рівняння лінії, що розмежовує пружну й пластичну частини середовища.

РЕЛЬЄФ ПОВЕРХНІ ЗРАЗКІВ, ОПРОМІНЕНИХ ЛАЗЕРОМ В ПРОЗОРОМУ КОНДЕНСОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Відомо, що характер впливу лазерного потужного імпульсу на матеріали залежить від умов опромінення зразків. В роботі розглянуто експериментальні результати опромінення матеріалів із різними механічними, теплофізичними та акустичними характеристиками лазером в режимі генерації ударних хвиль. При опроміненні в прозорому конденсованому середовищі (ПКС) неекранованих зразків перш за все змінюється рельєф поверхні зразка. Виявлено, що важливий внесок в зміну рельєфу поверхні при опроміненні в ПКС вносить структура лазерного імпульсу (його пічковість). При цьому спостерігається наступне:

1. Розподіл на краю та в центрі матеріалів при опроміненні в ПКС та на повітрі кардинально відмінний. Візуальна картина може бути піноподібною, хвилеподібною або мати вигляд візерунку.

2. Для міді та сталі форма візерунків та періодичність повторень хвиль, утворених після застигання матеріалу внаслідок дії тиску плазми та імпульсу віддачі при однакових умовах опромінення, є різною.

На поверхні виникають капілярні хвилі, які викликані різними нестійкостями опромінюваної поверхні при її нагріванні, плавленні, випаровуванні, що залежать від густини потоку енергії лазера та середовища, в якому здійснюється опромінювання. Із співставлення результатів по зважуванню опромінюваних зразків та електронної мікроскопії їх поверхні випливає, що приповерхневий шар речовини не тільки виноситься внаслідок абляції, але і розтікається по поверхні. Розтікання відбувається по-різному в залежності від умов опромінювання. Кількість винесеної маси при абляції в досліджуваному нами інтервалі густини потоку і опроміненні на повітрі зменшується при збільшенні густини потоку.

Спостережувані зміни рельєфу поверхні свідчать про зміну ролі механізмів абляції при переході в іншу область густин потоків опромінення. Із літератури відомо, що при збільшенні густини потоку в досліджуваному інтервалі енергій збільшується частина енергії, що йде на нагрівання плазми, та швидкість розльоту, а маса випаровуваної речовини зменшується, що і спостерігається в наших експериментах. В однопічковому та двопічковому режимах енергія за імпульс відрізняється дуже сильно. Відповідно відрізняється і випаровувана маса.

При опроміненні в ПКС на абляцію суттєво впливає тиск плазми на поверхню. Це приводить до одночасного впливу на рельєф двох конкуруючих факторів - винесення речовини та її розтікання по поверхні зразка, що опромінюється. Цим пояснюється відмінності при абляції як для різних матеріалів, так і для різних густин потоків енергії та пічковості. Крім того, на морфологію поверхні впливають також неоднорідне нагрівання внаслідок неоднорідності розподілу енергії по світловій плямі, тиск віддачі внаслідок просторово неоднорідного випаровування з поверхні та залежність термокапілярних сил від температури.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПОШУКУ ПОЧАТКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ АПРОКСИМАЦІЇ СПЕКТРІВ ФОТОВІДБИВАННЯ ФУНКЦІЯМИ TDLS

Метод модуляційного фотовідбивання широко використовується для визначення фундаментальних параметрів напівпровідників і напівпровідникових гетероструктур в критичних точках їх зонної структури [1, 2]. При апроксимації спектрів фотовідбивання $\frac{\Delta R}{R}(E)$ з допомогою відповідних аналітичних функцій постає проблема достатньо точного впровадження початкових параметрів. У випадку наявності в спектрі осциляцій Франца-Келдиша застосовують добре відому методику визначення початкових параметрів з положення емпіричних точок екстремуму залежності $\frac{\Delta R}{R}(E)$ [3]. Однак, цю методику не можна застосувати при відсутності у спектрах фотовідбивання осциляцій Франца-Келдиша. У цьому випадку апроксимацію спектрів проводять з допомогою функцій TDLS, які, по суті, являють собою слабопольове наближення моделі Аспнеса:

$$\frac{\Delta R}{R}(E) = \operatorname{Re} \left[A e^{i\varphi} (E - E_g + i\Gamma)^{-m} \right],$$

де A , φ – амплітудний і фазний параметри відповідно, E_g – енергія критичної точки, Γ – параметр розширення, E – енергія зондуючого випромінювання, m – параметр, що визначається видом критичної точки і порядком похідної діелектричної функції по енергії. Дослідивши функцію TDLS, ми розробили методику обчислення початкових параметрів для випадку слабопольового наближення. Якщо E_1 , E_2 – енергетичні положення сусідніх екстремумів спектру, то, зокрема,

$$E_g = \frac{E_2 + \eta^2 E_1 - (E_1 + E_2) \eta \cos \frac{\pi}{m+1}}{1 + \eta^2 - 2\eta \cos \frac{\pi}{m+1}}, \quad \Gamma = \frac{\eta |E_1 - E_2| \sin \frac{\pi}{m+1}}{1 + \eta^2 - 2\eta \cos \frac{\pi}{m+1}}, \quad \text{де } \eta = \left| \frac{\Delta R}{R}(E_1) / \frac{\Delta R}{R}(E_2) \right|^{\frac{1}{m+1}}.$$

Описана методика була використана для обчислення параметрів гетероструктури (Ga,Mn)As/GaAs в області фундаментального переходу. Досліджувалось розщеплення валентної зони на підзони тяжких і легких дірок, спричинене стискаючим напруженням в епітаксійній плівці (Ga,Mn)As.

Дослідження проведено в рамках гранту POMOST/2010-2/12, фінансованого Фондацією Сприяння Науці в Польщі та Європейським фондом Регіонального Розвитку, Національною стратегією «Інноваційна Економіка».

1. Aspnes D. E. Band nonparabolicities, broadening, and internal field distributions: The spectroscopy of Franz-Keldysh oscillations // Phys. Rev. B.- 1974.- vol. 10.- p. 4228.

2. Авакянц Л. П., Боков П. Ю., Глазырин Е. В., Казаков И. П., Червяков А. В. Спектроскопия фотоотражения электронно-дырочных состояний квантовой ямы GaAs/InGaAs/GaAs переменной ширины // Физика и техника полупроводников.- 2011.- Т. 45. С. 330-334.

3. Авакянц Л. П., Боков П. Ю., Волчков Н. А., Казаков И. П., Червяков А. В. определение концентрации носителей в легированных слоях n-GaAs методами спектроскопии комбинационного рассеяния света и фотоотражения // Оптика и спектроскопия.- 2007.- Т. 102, вып. 5.- С 777-781.

УДК 537.311.3, 537.312.8, 538.67

О. Крамар, Ю. Скоренький

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ТРАНСПОРТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕРОМАГНЕТИКА З ДВОКРАТНИМ ОРБІТАЛЬНИМ ВИРОДЖЕННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЗОНИ

Орбітальне виродження зони провідності, характерне для сполук перехідних металів, може приводити до певних особливостей провідності порівняно із моделлю невиродженої зони. У роботі [1] було показано, що форма незбуреної густини електронних енергетичних станів (ГС) визначає критичні концентрації, при яких в системі реалізується спонтанне феромагнітне впорядкування. Представляє суттєвий інтерес застосування таких розрахунків для виродженого випадку.

У даній роботі досліджується вплив впливу форми ГС (через модифікацію значення кінетичної енергії та можливість реалізації феромагнітного впорядкування) на статичну провідність та ефективні маси носіїв струму, а також дослідження дії магнітного поля на транспортні характеристики мотт-габбардівського матеріалу з частково заповненою енергетичною зоною з двократним орбітальним виродженням.

Отримані раніше [2] в рамках методу функцій Гріна з використанням процедури проектування енергетичні спектри застосовано для числового розв'язування рівнянь для знаходження намагніченості системи (шляхом мінімізації енергії основного стану), концентраційної залежності провідності та ефективних мас носіїв.

Показано, що прикладене магнітне поле приводить до зменшення провідності через ефект магнітного впорядкування. Оскільки вираз для провідності за своєю структурою є близьким до виразу для кінетичної енергії електронів, то характер концентраційних залежностей провідності та ефективних мас в значній мірі визначається формою незбуреної густини електронних станів.

Виявлено, що перенормування мас носіїв у досліджуваній нами системі визначається двома факторами: корельованим переносом електронів та коефіцієнтом кореляційного звуження зони. З отриманих результатів можна бачити, що ефективні маси виявляються спин-залежними (саме цей факт зумовлює зміни провідності в магнітному полі). У слабкому магнітному полі, незважаючи на появу спінового розщеплення для довільних електронних концентрацій, все ще помітний стрибок величини розщеплення ефективних мас, зумовлений дією трансляційного механізму стабілізації феромагнітного впорядкування. В режимі сильного поля основним ефектом є якісна зміна концентраційної залежності фактора кореляційного звуження зони провідності, яка може привести до зсуву значення концентрації, при якій відбувається зміна типу провідності. При проміжних концентраціях, у зоні, заповненій майже на чверть, можливі різкі зміни ефективних мас (i , відповідно, провідності), оскільки саме при цих концентраціях повною мірою проявляється конкуренція досліджених у роботі факторів.

1. Didukh L. Metallic ferromagnetism in the systems with strongly correlated electrons / L. Didukh, O. Kramar // *Condens. Matter Phys.*- 2005.- vol. 8, No. 3 (43).- pp. 547-564.

2. Didukh L. Metallic ferromagnetism in an orbitally degenerate system of strongly correlated electrons / L. Didukh, O. Kramar and Yu. Skorenky // *Physica B: Condensed Matter.*- 2005.- vol. 359-361.- pp. 681-683.

ФОРМУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ „ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ВЗАЄМОДІЯ” ТА „ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ” У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

Зміст фундаментальних понять „*електромагнітна взаємодія*” та „*електромагнітне поле*” навряд чи може бути розкритий успішно поза детальним аналізом *спеціальної теорії відносності*.

Ми пропонуємо підхід, який дозволяє розкрити зв'язок фундаментальних понять „*електромагнітна взаємодія*” та „*електромагнітне поле*” із фундаментальними поняттями *спеціальної теорії відносності* (СТВ), одночасно роблячи навчальний матеріал більш доступним учням профільних (фізичних, фізико-математичних, фізико-технічних) класів та студентам технічних спеціальностей вузів, згідно до його розуміння у сучасній фізичній науці. Найбільш характерною рисою теорії відносності є не ствердження *відносного характеру простору і часу*, а встановлення абсолютних, не залежних від вибору системи відліку (СВ) законів природи, – відшукування *інваріантних величин*. Одна із таких величин – це *максимальна швидкість поширення взаємодій*, що дорівнює швидкості світла у вакуумі c . Друга - *просторово-часовий інтервал між подіями*. При розгляді СТВ стосовно електродинамічних явищ, приходимо до висновку, що електричні та магнітні явища складають частини одного фізичного явища – електромагнітної взаємодії частинок. Поділ цієї взаємодії на електричну і магнітну залежить здебільшого від вибору СВ, в якій ми описуємо взаємодію. Але повний електромагнітний опис інваріантний: електрика і магнетизм, взяті разом, узгоджуються з принципом відносності Ейнштейна. А *вираз для сили Лоренца*, яка діє на точковий заряд у електромагнітному полі (ЕМП), є *релятивістськи інваріантним*, тобто в системах координат K і K' вирази для сил мають вигляд

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}), \quad \vec{F}' = q(\vec{E}' + \vec{v}' \times \vec{B}').$$

Використовуючи релятивістські вирази для сил, отримуємо співвідношення для векторів ЕМП в різних інерціальних системах відліку (ІСВ):

$$\begin{aligned} E_x &= E'_x, & B_x &= B'_x, \\ E_y &= \frac{E'_y + vB'_z}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, & B_y &= \frac{B'_y - (v/c^2)E'_z}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \\ E_z &= \frac{E'_z - vB'_y}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, & B_z &= \frac{B'_z + (v/c^2)E'_y}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \end{aligned}$$

При розв'язанні конкретних задач необхідно вибрати таку ІСВ, в якій ЕМП було б найбільш простим. Але не слід думати, що завжди існує така ІСВ, де поле зводиться або до електричного, або до магнітного. Існують такі конфігурації ЕМП, коли у будь-якій ІСВ існують одночасно і ЕП, і МП. При реалізації запропонованого підходу в учнів профільних (фізичних, фізико-математичних, фізико-технічних) класів та студентів технічних спеціальностей вузів формується цілісне уявлення про відносність електричного і магнітного полів. Саме тут виникають передумови для побудови квантової моделі електромагнітного випромінювання без логічного конфлікту із знаннями, здобутими учнями раніше.

УМОВИ РЕАЛІЗАЦІ ФЕРОМАГНІТНОГО ВПОРЯДКУВАННЯ У ВИРОДЖЕНІЙ УЗАГАЛЬНЕНІЙ ВУЗЬКОЗОННІЙ МОДЕЛІ ЛЕГОВАНОГО ФУЛЕРИДУ

Вироджена узагальнена модель Габбарда у даній роботі застосована для дослідження феромагнетизму у вузькозонних сполуках типу легованих фулеридів з врахуванням орбітального виродження енергетичних рівнів. Для пояснення ефектів феромагнітного впорядкування у вказаних системах необхідно узагальнити гамільтоніан такої моделі врахуванням міжвузлової обмінної взаємодії електронів. Для розрахунку одночастинкового електронного спектру використано метод функцій Гріна.

У роботі встановлено залежність енергії основного стану досліджуваної моделі від енергетичних параметрів, параметрів корельованого переносу, концентрації електронів n та намагніченості. Шляхом мінімізації енергії основного стану отримано рівноважне значення намагніченості системи, яке є нульовим наближенням при розрахунку намагніченості при ненульовій температурі. Система рівнянь для розрахунку температури Кюрі та хімічного потенціалу моделі узагальнює результати, отримані в монографії [1], на випадок трикратного орбітального виродження енергетичних рівнів та дозволяє моделювати температуру Кюрі при різних густинах станів без особливостей в широкому діапазоні енергетичних параметрів для концентраційного інтервалу $0 < n < 3$.

Як і у випадку невиродженої зони (див. роботу [2]) використано розклад виразу для намагніченості в степеневий ряд. Температура Кюрі, подібно до результатів у невиродженій моделі [2], строго зв'язана з намагніченістю, яку має феромагнетик в основному стані. Особливістю отриманої формули є наявність доданка, пов'язаного з корельованим переносом (намагніченість в основному стані також залежить від цього параметру), який понижує температуру Кюрі.

1. Didukh L. Metallic ferromagnetism in a generalized Hubbard model / L. Didukh, O. Kramar and Yu. Skorenkyu .- New Developments in Ferromagnetism Research. Ed.: V.N. Murray.- Nova Science Publishers, Inc.- 2005.- pp. 39-80.

2. Didukh L. Metallic ferromagnetism in a generalized Hubbard model / L. Didukh and O. Kramar // Fiz. Nizk. Temp.- 2002.- vol. 28, No. 1.- p. 42-50 [Low Temp. Phys.-2002.- vol. 28, No. 1.- p. 30-36].

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КРУГЛИХ ПЛИТ З ВРАХУВАННЯМ ВЛАСНОЇ ВАГИ

Розглядається кругла плита товщини $2H$ і радіуса R , що опирається на циліндричну жорстку основу меншого радіуса a . Вісь плити та основи нахилена до горизонтальної площини під деяким кутом α . Необхідно визначити напруження і переміщення для всіх точок плити в припущенні, що поверхневі навантаження відсутні і плита пружно деформується тільки під дією рівномірно розподіленої по всьому об'єму власної ваги.

Вважаючи, що товщина плити мала в порівнянні з її радіусом, з достатньою ступінню точності для розподілу переміщень по висоті використовується гіпотеза С.П. Тимошенка, на основі якої представлені компоненти тензора деформацій та записані співвідношення між компонентами деформацій і переміщень в циліндричній системі координат.

Рівняння рівноваги елемента серединної площини плити знайдемо на основі варіаційного принципу Лагранжа, записуючи вираз для віртуальної роботи всіх зусиль на можливих переміщеннях.

Знаходячи мінімум розширеного функціоналу, отримаємо рівняння рівноваги та граничні умови для областей $0 \leq r \leq a$ та $a \leq r \leq R$. Далі отримуємо рівняння рівноваги в переміщеннях для кожної із зон. Таким чином для вирішення поставленої задачі слід знайти такі розв'язки рівнянь рівноваги в переміщеннях, які задовольняють всім необхідним граничним умовам і умовам неперервності при переході через контур $r=a$.

Отримано аналітичні розв'язки для кожної із зон. На основі граничних умов та умов спряження побудована система дванадцяти лінійних неоднорідних рівнянь для визначення невідомих коефіцієнтів, що дозволяє в подальшому розробляти алгоритми проведення необхідних числових досліджень.

Окремо зауважимо про методику проведення таких досліджень. Зараз є достатня кількість мов програмування (Borland Pascal for Windows, Delphi, C++, C++ Builder, Visual Basic) чи прикладних пакетів (MatCad, MatLab) тощо, в яких можна реалізувати алгоритми необхідних числових розрахунків і згодом представити результати у виді певних графіків (плоских та просторових). Нами ж для таких цілей використана мова програмування пакету Microsoft Office – Visual Basic for Application (VBA), а саме можливість проведення обчислень в табличному процесорі Excel. Вхідні дані задачі можна розмістити на аркуші робочої книги. Далі в редакторі VBA створюються декілька форм користувача та програмних модулів. Причому можна створювати власні підпрограми-функції та, використовуючи об'єктну модель мови, звертатись до бібліотеки стандартних функцій Excel (таких як функції Бесселя, розв'язки систем рівнянь). Користувач легко може доповнити цю бібліотеку, приєднавши туди самостійно створені функції користувача. На робочому аркуші можна розмістити декілька управляючих кнопок, яким назначити певні макроси відкриття діалогових форм. Результати розрахунків зразу ж безпосередньо можна відображати на аркушах робочої книги і, якщо попередньо розробити шаблони, також отримувати необхідні графіки. Слід зауважити також, що дані з аркушів робочої книги можна легко відображати в текстовому процесорі Word.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Бабій Н.	46	Маньовська О.	61
Базар М.	6, 7, 14, 54	Марценко С.	28
Бігуняк А.	40	Мацюк О.	32, 34
Білостоцький Т.	36	Михайлишин В.	5
Боднарчук І.	52	Михайлишин М.	5, 10, 12, 13, 66
Бойко А.	60	Михайлович Т.	11
Валяшек В.	60	Михалик Д.	44
Власюк В.	53	Млинко Б.	9
Гладьо Ю.	32	Мочарський В.	61
Головатий А.	47, 48, 50, 51	Назаревич О.	8
Головатий Б.	12, 13	Нікіфоров Ю.	61
Горкуненко А.	16	Оробчук О.	53
Господарська О.	35	Осухівська Г.	24, 36
Готович В.	28	Петрик М.	44, 49
Гуль Р.	55	Петрик О.	46
Дейнека В.	49	Пйонтко, Н.	29
Деременда В.	51	Плотник Р.	30
Децик О.	10	Поліщук Г.	19
Децик Т.	21	Приймак М.	18, 22
Дмитроца Л.	22	Проць Я.	21
Довгоп'ятий Ю.	58, 65, 62	Прошин С.	52
Дрогобицький Ю.	62	Пулька Ч.	6, 54
Дуда О.	32	Рогатинська Л.	17, 51
Жаровський Р.	40	Савків В.	21
Капаціла Р.	48, 50	Сарабун Р.	18
Карнаухов О.	30	Семенишин Г.	10
Карпінський М.	29, 38	Скоренький Ю.	56, 57, 63
Каспрук В.	15	Стадник М.	27
Каспрук М.	15	Теленик С.	30
Керенцева О.	26	Тиш Є.	39
Кінах Я.	38	Федачківський В.	62
Козак Р.	25	Фриз М.	9
Кондрацький Ю.	33	Хомів Б.	42
Король О.	6, 7, 54	Хоміцький Б.	66
Крамар О.	59, 63, 65	Цимбалюк Л.	7, 60
Кривень В.	60	Шаблій О.	5, 6, 7, 54, 66
Кульчицький В.	64	Шилінська-Лобур Ю.	34, 35
Липак Г.	53	Шимчук Г.	8
Литвиненко Я.	23	Шингера Н.	20
Лобур Т.	34, 35	Яструбчак О.	62
Лупенко С.	16, 17, 19, 26, 37 42	Яциковська У.	38
Луцик Н.	37	Яцишин В.	41, 43
Луцків А.	33		
Лясота О.	24		
Маєвський О.	31		

Секція 1: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

- О. Шаблій, М. Михайлишин, В. Михайлишин**
ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ДОДАТКОВИХ ПЛАСТИЧНИХ
ДЕФОРМАЦІЙ В ТОНКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНКАХ ІЗ
ЗАДАНИМИ ПОЛЯМИ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ 5
- О. Шаблій, О. Король, Ч. Пулька, М. Базар**
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СТВОРЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НА
ПОВЕРХНІ СПРАЦЬОВАНОГО МЕТАЛЕВОГО КОЛЕСА, КОЛИ
ТЕМПЕРАТУРА ПЕРЕВИЩУЄ ТЕМПЕРАТУРУ ТОЧКИ КЮРІ 6
- О. Шаблій, Л. Цимбалюк, О. Король, М. Базар**
РОЗРАХУНОК СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ІНДУКТОРА ПРИ
ПАРАЛЕЛЬНОМУ З'ЄДНАННІ З НИМ ЄМНОСТІ 7
- О. Назаревич, Г. Шимчук**
АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ГАЗОСПОЖИВАННЯ МІСТА МЕТОДОМ
ЕМПІРИЧНОЇ МОДОВОЇ ДЕКОМПОЗИЦІЇ (ЕМД) 8
- Б. Млинко, М. Фриз**
ВЛАСТИВОСТІ МОМЕНТНИХ ФУНКЦІЙ УМОВНИХ ЛІНІЙНИХ
ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ 9
- М. Михайлишин, Г. Семенишин, О. Децик**
ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ВНУТРІШНІХ ДЖЕРЕЛ
ТЕПЛА, ЯКІ СТВОРЮЮТЬ ЗАДАНИЙ РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ 10
- Т. Михайлович**
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВОДОСПОЖИВАННЯ 11
- М. Михайлишин, Б. Головатий**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОСТІННИХ
ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ 12
- М. Михайлишин, Б. Головатий**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В
ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЙ 13
- М. Базар**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ЕЛЕКТРОМОГНІТНИХ
ХВИЛЬ 14
- В. Каспрук, М. Каспрук**
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ – ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ
АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ БАНКУ 15

А. Горкуненко, С. Лупенко МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЦИКЛІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ЕКОНОМІЧНИХ РІШЕНЬ	16
Л. Рогатинська МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГИНУ ЕЛАСТИЧНОЇ СПРАЛІ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ НАВАНТАЖЕННІ	17
М. Приймак, Р. Сарабун ОЦІНКА ЗМІННОГО ПЕРІОДУ ТА ЗМІННОЇ ЧАСТОТИ ФУНКЦІЙ ІЗ ЗМІННИМ ПЕРІОДОМ	18
Г. Поліщук, С. Лупенко ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ	19
Н. Шингера СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЗВАРНИХ ФЕРМ ЗА МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО	20
Я. Проць, В. Савків, Т. Децик ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАХОПЛЮВАЧА ІЗ СТРУМЕНЕВИМ ЗАХВАТОМ	21
Секція 2: ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ	
Л. Дмитроца, М. Приймак НЕЗАЛЕЖНІСТЬ КОЕФІЦІЄНТІВ ФУР'Є ФУНКЦІЙ ІЗ ЗМІННИМ ПЕРІОДОМ ВІД ЗМІННОГО ІНТЕРВАЛУ ОРТОГОНАЛЬНОСТІ	22
Я. Литвиненко АНАЛІЗ КРИПТОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ	23
О. Лясота, Г. Осухівська ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ «T-FLEX АНАЛІЗ» В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКА	24
Р. Козак ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОГО ШИФРУВАННЯ ДАНИХ В СУБД	25
О. Керенцева, С. Лупенко ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА-ХУАНГА В ОБРОБЦІ ЗОБРАЖЕНЬ	26
М. Стадник ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ТА АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМ ТА ЗОРОВИХ ВИКЛИКАНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ	27

В. Готович, С. Марценко ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	28
Н. Пйонтко, М. Карпінський КРИТЕРІЇ СЕГМЕНТУВАННЯ ЧАСТКОВО РОЗМИТИХ ЗОБРАЖЕНЬ	29
С. Теленик, О. Карнаухов, Р. Плотник ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ СХОВИЩ ДАНИХ	30
О. Масівський СЛАБКІСТЬ АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ WEP	31
О. Мацюк, Ю. Гладь, О. Дуда СТРУКТУРА ПРОГРАМНОЇ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖІ	32
Секція 3: КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ	
А. Луцків, Ю. Кондрацький ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ АЛГОРИТМУ UEAl МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СТАНДАРТУ UMTS	33
Т. Лобур, О. Мацюк, Ю. Шилінська-Лобур АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ТРАФІКУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ	34
О. Господарська, Т. Лобур, Ю. Шилінська-Лобур ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ КОМУТАЦІЇ	35
Т. Білостоцький, Г. Осухівська МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ	36
Н. Луцик, С. Лупенко МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ ТА ЕХОКАРДІОСИГНАЛІВ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ МЕДИЧНИХ РІШЕНЬ	37
У. Яциковська, М. Карпінський, Я. Кінах МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ВІД АТАК НА ВІДМОВУ	38
Є. Тиш НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ	39
А. Бігуняк, Р. Жаровський ОСОБЛИВОСТІ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ	40

В. Яцишин, В. Деремєнда ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ	41
Б. Хомів, С. Лупенко ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ОБЧИСЛЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТА ІНТЕРГАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ОБ'ЄКТІВ В ТЕКСТОВИХ ДАНИХ	42
В. Яцишин, В. Власюк ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ БАНКІВСЬКОЇ СИСТЕМИ	43
Секція 4: ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ	
Д. Михалик, М. Петрик ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ДИФУЗІЇ В БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКАХ	44
Д. Михалик, М. Петрик ІДЕНТИФІКАЦІЯ РОЗПОДІЛІВ КОЕФІЦІЄНТІВ ВНУТРІШНЬО- КРИСТАЛІТНО КОМПЕТИТИВНОЇ ДИФУЗІЇ ДЛЯ СИСТЕМ “БЕНЗОЛ-ГЕКСАН”	45
Н. Бабій, О. Петрик МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В КУСКОВО- ОДНОРІДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ З М'ЯКИМИ МЕЖАМИ	46
А. Головатий ОГЛЯД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ INTEL PARALLEL STUDIO – ІНСТРУМЕНТУ РОЗРОБКИ РОЗПАРАЛЕЛЕНИХ ПРОГРАМ	47
А. Головатий, Р. Капаціла ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ INTEL PARALLEL ADVISOR І INTEL PARALLEL COMPOSER ПАКЕТУ INTEL PARALLEL STUDIO	48
В. Дейнека, М. Петрик ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕНОСУ В БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКАХ	49
А. Головатий, Р. Капаціла ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ INTEL PARALLEL AMPLIFIER ПАКЕТУ INTEL PARALLEL STUDIO	50

А. Головатий, Л. Рогатинська ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ INTEL PARALLEL INSPECTOR ПАКЕТУ INTEL PARALLEL STUDIO	51
І. Боднарчук, С. Прошин ПРОБЛЕМА БАГАТОАЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИБОРУ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ	52
Г. Липак, О. Оробчук ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН НАПРЯМУ «ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ» ПРИ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ ЗА ОКР «МОЛОДШИЙ СПЕЦІАЛІСТ»	53
Секція 5: НОВІТНІ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ТА ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
О. Шаблій, М. Базар, Ч. Пулька, О. Король ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ВОДИ В ТРУБЦІ ПРЯМОКУТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ	54
Р. Гуль ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВПЛИВУ ПАРІВ ЕФІРУ НА ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТІВ SnO_2-p-Si	55
Ю. Скоренький ЕФЕКТИ ЕЛЕКТРОННОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ У СИСТЕМАХ З ВАЖКИМИ ФЕРМІОНАМИ ПІД ДІЄЮ ТИСКУ	56
Ю. Скоренький ІНФОРМАЦІЙНІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КУРСУ ФІЗИКИ У ТНТУ	57
Ю. Довгоп'ятий МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ФІЗИКИ АНАЛІТИЧНИЙ	58
О. Крамар ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕСТІВ З ФІЗИКИ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ В КОНТЕКСТІ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ	59
А. Бойко, В. Валяшек, В. Кривень, Л. Цимбалюк ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНА ЗАДАЧА ПРО ДІЯ СЕРЕДОВИЩА ІЗ ПРЯМОКУТНИМ ВКЛЮЧЕННЯМ ПІД ДІЄЮ ПРИКЛАДЕНОЇ ДО НЬОГО СИЛИ	60
О. Маньовська, В. Мочарський, Ю. Нікіфоров РЕЛЬЄФ ПОВЕРХНІ ЗРАЗКІВ, ОПРОМІНЕНИХ ЛАЗЕРОМ В ПРОЗОРОМУ КОНДЕНСОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	61

Ю. Дрогобицький, О. Яструбчак, В. Федачківський РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПОШУКУ ПОЧАТКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ АПРОКСИМАЦІЇ СПЕКТРІВ ФОТОВІДБИВАННЯ ФУНКЦІЯМИ TDLS	62
О. Крамар, Ю. Скоренький ТРАНСПОРТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕРОМАГНЕТИКА З ДВОКРАТНИМ ОРБІТАЛЬНИМ ВИРОДЖЕННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЗОНИ	63
В. Кульчицький ФОРМУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ПОНЯТЬ „ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ВЗАЄМОДІЯ” ТА „ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ” У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ	64
Ю. Довгоп’ятий, О. Крамар УМОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ФЕРОМАГНІТНОГО ВПОРЯДКУВАННЯ У ВИРОДЖЕНІЙ УЗАГАЛЬНЕНІЙ ВУЗЬКОЗОННІЙ МОДЕЛІ ЛЕГОВАНОГО ФУЛЕРИДУ	65
О. Шаблій, М. Михайлишин, Б. Хоміцький ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КРУГЛИХ ПЛИТ З ВРАХУВАННЯМ ВЛАСНОЇ ВАГИ	66