

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Збірник
тез доповідей

XIV
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ



27-28 жовтня 2010 року

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Збірник
тез доповідей

XIV
НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ



27-28 жовтня 2010 року

ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: П. Ясній – д.т.н., проф., ректор.

Заступник голови: Р. Рогатинський – д.т.н., проф.

Вчений секретар: В.Дзюра – к.т.н., ст. викл.

Члени: д.ф.-м.н., проф. О.Шаблій, д.т.н., проф. І. Луців, д.т.н., проф. В.Андрійчук, д.е.н., проф. Б.Андрушків, д.п.н., проф. Н.Буняк, д.т.н., проф. Б.Гевко, д.ф.-м.н., проф. Л.Дідух, к.ф.н., доц. А. Довгань, д.т.н., проф. П.Євтух, к.т.н., доц. О.Закалов, д.е.н., доц. Н.Кирич, д.ф.-м.н., проф. В.Кривень, к.п.н., доц. В.Кухарська, к.ф.н., проф. В. Лобас, к.т.н., доц. А.Лупенко, к.т.н., доц. С.Мацюк, к.ф.н., проф. В. Ніконенко, к.т.н., доц. М.Паламар, д.т.н., проф. М.Підгурський, к.т.н., доц. А.Пік, д.т.н., проф. М.Пилипець, д.т.н., проф. М. Приймак, к.т.н., проф. Я.Проць, д.т.н., проф. Т.Рибак, д.т.н., проф. П.Стухляк, д.іст.н., доц. Я. Стоцький, к.е.н., проф. Р.Федорович, к.ф.-м.н., доц. Б.Шелестовський, д.б.н., проф. В. Юкало, д.т.н., доц. Б.Яворський, нач. ЦМС к.т.н., доц. В.Лазарюк, нач. відділу ПЛІР О.Дубик.

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,

тел. (0352) 251686, факс (0352) 254983

E-mail: volodymyrdzyura@gmail.com

НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Математичне моделювання і механіка.
- Машинобудування.
- Інформаційні технології.
- Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва.
- Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій.
- Електротехніка та світлотехніка.
- Імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів та обчислювальні методи і засоби їх ідентифікацій.
- Математика.
- Фізика.
- Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.
- Обладнання харчових виробництв.
- Менеджмент у виробництві та соціальній сфері.
- Економіка та підприємництво.
- Гуманітарні науки.

Секція: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І МЕХАНІКА

Керівники: проф. О.Шаблій, проф. В.Кривень, доц. М.Михайлишин

Секретар: асист. Д. Михалик

УДК 536.24

О.Децик, Г. Семенишин,

(Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя)

НЕСТАЦІОНАРНЕ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ПРИ ЇЇ ЛОКАЛЬНОМУ ПОВЕРХНЕВОМУ НАГРІВІ

Розглядається неосесиметрична задача теплопровідності тонкої циліндричної оболонки, яка протягом деякого часу τ_0 нагрівається зовнішнім джерелом, локалізованим в деякій області.

Для розв'язування задачі використовуються рівняння Я.С.Підстригача в припущенні про лінійний розподіл температури за товщиною оболонки [1].

Розв'язки для інтегральних характеристик температури T_1 і T_2 , як для періоду нагріву так і при остиганні, шукаються у вигляді розкладів в ряди за координатою φ

$$T_i = T_{i0}(\tau) + \sum_{n=1}^{\infty} T_{in}(\tau) \cos(n\varphi), \quad i = 1, 2, \quad \tau \leq \tau_0$$

$$T_i = \bar{T}_{i0}(\tau) + \sum_{n=1}^{\infty} \bar{T}_{in}(\tau) \cos(n\varphi), \quad i = 1, 2, \quad \tau \geq \tau_0$$

Отримано рівняння і початкові умови для знаходження невідомих функцій T_{in} і \bar{T}_{in} , $n=0, 1, \dots$ та знайдено відповідні розв'язки.

Так для функцій $T_{in}(\tau)$ отримано такі розв'язки

$$T_{10} = c_1 e^{r_1 \tau} + c_2 e^{r_2 \tau} + \frac{1}{2\Delta} [(1 + \mu_1)\theta_1 - \mu_2^* \theta_2];$$

$$T_{20} = -\frac{1}{\mu_2^*} \left[c_1 e^{r_1 \tau} \left(\mu_1 + r_1 \frac{h^2}{4a} \right) + c_2 e^{r_2 \tau} \left(\mu_1 + r_2 \frac{h^2}{4a} \right) \right] + \frac{1}{2\Delta} [\mu_1 \theta_2 - \mu_2^* \theta_1]$$

$$T_{1n} = D_{1n} e^{\left(r_1 - \frac{an^2}{R^2} \right) \tau} + D_{2n} e^{\left(r_2 - \frac{an^2}{R^2} \right) \tau}$$

$$T_{2n} = -\frac{1}{\mu_2^*} \left\{ D_{1n} e^{\left(r_1 - \frac{an^2}{R^2} \right) \tau} \left(\mu_1 + r_1 \frac{h^2}{4a} \right) + D_{2n} e^{\left(r_2 - \frac{an^2}{R^2} \right) \tau} \left(\mu_1 + r_2 \frac{h^2}{4a} \right) \right\}, \text{ де}$$

r_1 і r_2 – корені відповідних характеристичних рівнянь,

c_1 і c_2 – постійні інтегрування, які знаходяться з початкових умов.

Отримано числові результати для різних функцій, які виражають інтенсивність зовнішніх джерел.

Література

1. Подстригач Я.С., Швець Р.Н. Термо-упругость тонких оболочек // "Наукова думка". - Киев, 1978, С.-343.

ВПЛИВ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ У ШАРІ ПРИ КОНТАКТНІЙ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ЖОРСТКИМ ШТАМПОМ ДЛЯ ВИПАДКУ ПРУЖНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТРЕЛОАРА

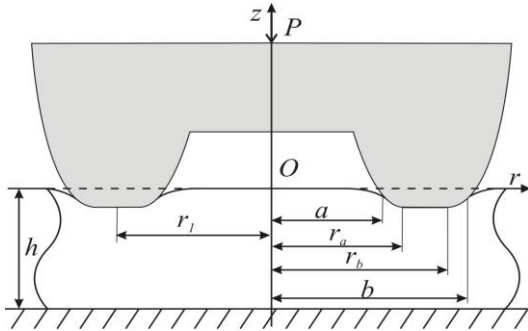


Рис. 1 – Схема контактної взаємодії

Розглянемо осесиметричну задачу про тиск із постійною силою P жорсткого кільцевого штампів на попередньо напружений ізотропний шар товщиною h , що лежить на жорсткій, абсолютно гладкій основі. Розв'язання проводитимемо у рамках лінеаризованої теорії пружності, із використанням термінології монографії [1]. Штамп утворено обертанням навколо спільної осі, що співпадає із лінією дії сили P , двох віток парабол, які спряжені у вершинах відрізком прямої. Граничні умови:

$$\sigma_{rz}(r, 0) = 0, 0 \leq r < \infty; \sigma_{zz}(r, 0) = 0, 0 \leq r \leq a, b \leq r; \\ u_z(r, 0) = w(r), a \leq r \leq b;$$

$$\sigma_{rz}(r, -h) = 0, 0 \leq r < \infty; u_z(r, -h) = 0, 0 \leq r < \infty. \quad (1)$$

Функція $w(r)$ визначає форму жорсткого штампів. Представимо функцію $\sigma_{zz}(r, 0)$, що описує розподіл контактних напружень під штампом, у вигляді:

$$\sigma_{zz}(r, 0) = \sum_{n=1}^N a_n L_n(r), L_n(r) = J_0\left(\frac{\gamma_n}{a} r\right) Y_0(\gamma_n) - Y_0\left(\frac{\gamma_n}{a} r\right) J_0(\gamma_n), L_n(b) = 0. \quad (2)$$

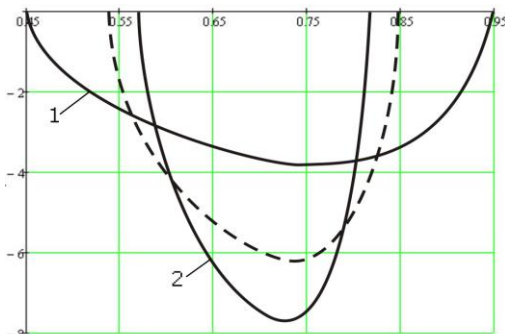


Рис. 2 – Розподіл контактних напружень під штампом

Застосувавши основні співвідношення лінеаризованої теорії пружності в координатах початкового стану [1] до умов (1), врахувавши представлення (2) та використавши розроблену методіку розв'язання систем потрійних та парних інтегральних рівнянь [2], отримуємо скінчену систему лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих a_n .

Дослідимо вплив залишкових деформацій у шарі на розподіл контактних напружень для випадку пружного потенціалу Трелоара. На рисунку 2 зображено графіки функції

$\sigma_{zz}^* = 2\pi/P \sigma_{zz}(r, 0)$. Пунктирна крива відповідає відсутності у шарі залишкових деформацій, крива 1 – наявності стискуючих, а крива 2 – наявності розтягуючих залишкових деформацій. Проведений числовий аналіз дає можливість стверджувати, що поява у тілі розтягуючих залишкових деформацій викликає звуження ділянки контакту та збільшення абсолютного значення контактних напружень. Виникнення стискуючих деформацій спричиняє розширення ділянки контакту та зменшення абсолютного значення контактних напружень.

Література.

1. Гузь А. Н. Основы теории контактного взаимодействия упругих тел с начальными (остаточными) напряжениями / А. Н. Гузь, В. Б. Рудницкий. – Хмельницький : 2006. – 710 с.
2. Габрусєва І. Ю. Контактна взаємодія кільцевого штампів із попередньо напруженим півпростором / І. Ю. Габрусєва, Б. Г. Шелестовський // Вісник ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2009 №3.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В КРУГЛИХ ДИСКАХ ПРИ НАПЛАВЛЮВАННІ ЇХНЬОЇ ЗОВНІШНЬОЇ КРОМКИ

Одним з методів відновлення експлуатаційних властивостей деталей машин, що широко використовується в різних галузях народного господарства, є наплавлювання. Під час проведення цієї операції протікають складні фізико-механічні процеси, які приводять до виникнення у відновленій деталі полів залишкових напружень і деформацій, наявність яких може суттєво впливати на поведінку цієї деталі в процесі її подальшої експлуатації. В зв'язку з цим виникає задача знаходження цих полів.

Вважаємо, що основним механізмом, який приводить до виникнення залишкових напружень і деформацій, є механізм пружно-пластичного деформування при неізотермічних процесах навантаження. Для моделювання таких процесів використовуємо деформаційну теорію термопластичності, узагальнену на можливість розвантаження з розвитком при розвантаженні повторних пластичних деформацій.

Розглядається задача наплавлювання зовнішньої кромки круглого диска по всій товщині диска шаром постійної товщини. Для наплавлювання використовується той самий сплав, з якого виготовлено деталь.

Основні рівняння задачі наступні:

$$\begin{aligned} \frac{d\sigma_r^{*(k)}}{dr} &= \frac{E}{r} \left[\frac{U^{(k)}}{r} - \alpha_T T - \varepsilon_\theta^{p(k-1)} \right] - \frac{1-\nu}{r} \sigma_r^{*(k)} \\ \frac{dU^{(k)}}{dr} &= \frac{1-\nu^2}{E} \sigma_r^{*(k)} - \nu \left(\frac{U^{(k)}}{r} - \alpha_T T - \varepsilon_\theta^{p(k-1)} \right) \\ \varepsilon_r^{p(k)} &= \frac{\bar{\psi}^{(k)} - 1}{\bar{\psi}^{(k)}} \left(\varepsilon_r^{(k)} - \varepsilon_\theta^{(k)} \right) + \frac{1}{\bar{\psi}^{(k)}} \varepsilon_r^{p1} \\ \varepsilon_\theta^{p(k)} &= \frac{\bar{\psi}^{(k)} - 1}{\bar{\psi}^{(k)}} \left(\varepsilon_\theta^{(k)} - \varepsilon_r^{(k)} \right) + \frac{1}{\bar{\psi}^{(k)}} \varepsilon_\theta^{p1} \\ \varepsilon_z^{p(k)} &= - \left(\varepsilon_r^{p(k)} + \varepsilon_\theta^{p(k)} \right) \\ \bar{\psi}^{(k)} &= 3G \frac{\bar{\varepsilon}_i^{(k)}}{\sigma_i^{(k)}} \end{aligned}$$

де $\bar{\varepsilon}_j = \varepsilon_j - \varepsilon_j^{p1}$, $j = r, \theta$, $\bar{\varepsilon}_i$ – інтенсивність деформацій $\bar{\varepsilon}_j$, σ_i – інтенсивність напружень.

Індекс k вказує номер наближення при використанні для лінеаризації фізичної нелінійності методу додаткових деформацій.

Побудований алгоритм знаходження температурного поля в деталі та визначення як часових, так і кінцевих залишкових напружень і деформацій після завершення процесу наплавлювання і повного остигання.

УДК 539.3

М. Михайлишин, В. Михайлишин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ І НАПРУЖЕНЬ В РЕЗУЛЬТАТІ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ КРУГЛИХ ДИСКІВ З ВРАХУВАННЯМ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Процеси індукційного наплавлення зношених деталей з метою відновлення їхніх експлуатаційних властивостей широко використовуються в техніці. В залежності від особливостей експлуатації таких деталей наплавлення може здійснюватися як відмінним від основного металу матеріалом, так і таким самим. В процесі наплавлювання в готовій деталі виникають залишкові напруження та деформації, які можуть суттєво впливати на експлуатаційні властивості відновленої деталі. Тому дуже важливо знати характер полів залишкових напружень і деформацій. В роботі [1] побудована математична модель визначення залишкових напружень і деформацій, які виникають при наплавлюванні зовнішньої кромки тонких круглих дисків стійким до зношування матеріалом. В моделі використовувалося припущення, що залишкові поля виникали тільки за рахунок відмінності коефіцієнтів лінійного температурного розширення і модулів пружності основного і наплавленого металів, а незворотними пластичними деформаціями можна знехтувати.

В даній роботі розглядається вплив незворотних пластичних деформацій на поля залишкових напружень і деформацій при умові, що наплавлювання здійснюється тим же металом, з якого виготовлена основна деталь. Для моделювання використовуються фізичні співвідношення деформаційної теорії термопластичності, узагальненої на можливість пружного розвантаження з виникненням повторних пластичних деформацій при розвантаженні. При цьому враховується ефект Баушінгера і використовується принцип Мазінга для побудови поверхні навантаження при деформуванні в зворотному напрямку. Вважається, що для розподілу повних деформацій по товщині пластини справедлива гіпотеза Кірхгофа-Лява. Температурні поля моделюються в припущенні про лінійний розподіл температури за товщиною. Побудована повна система рівнянь задачі і розроблено чисельний алгоритм розв'язування задачі, який дозволяє прослідкувати весь процес як на етапі наплавлювання, так і при остиганні. Отримано і проаналізовано розв'язки. Показано, що врахування пластичних деформацій бажане при моделюванні таких процесів.

Література.

1. Шаблій О., Михайлишин М., Михайлишин В., Пулька Ч. Математичне моделювання виникнення залишкових напружень, деформацій при індукційному наплавленні тонких сталевих дисків. // Вісник Тернопільського державного технічного університету – 1998, том 3, число 4. – с. 5-12.

МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЕТИТИВНОГО ПЕРЕНОСУ В НЕОДНОРІДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ МІКРОПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ

Розглядається задача конкуритивного масопереносу двох компонент в неоднорідному середовищі частинок мікропористої структури. При моделювання процесу розглядаються дифузійні процеси на різних рівнях: на макрорівні, за рахунок простору в міжчастинками (*intracrystallite space*), на мікрорівні, з рахунок мікро- та нанопор частинок середовища (*intercrystallite space*). Відповідно, молекулярний транспорт викликає в такій системі два види спільного (конкуритивного) масопереносу: конкуритивну дифузію в макропорах, за рахунок простору між частинками та конкуритивну дифузію в нанопорах самих частинок.

Математична модель процесу:

$$\frac{\partial C_{1m}}{\partial t} = D_{\text{inter}1m} \frac{\partial^2 C_{1m}}{\partial z^2} + D_{\text{inter}2m} \frac{\partial^2 C_{2m}}{\partial z^2} - \frac{\partial}{\partial x} (\theta_{\text{intra}1m} Q_{1m} + \theta_{\text{intra}2m} Q_{2m})_{x=R}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_{2m}}{\partial t} = D_{\text{inter}21m} \frac{\partial^2 C_{1m}}{\partial z^2} + D_{\text{inter}22m} \frac{\partial^2 C_{2m}}{\partial z^2} - \frac{\partial}{\partial x} (\theta_{\text{intra}21m} Q_{1m} + \theta_{\text{intra}22m} Q_{2m})_{x=R}; \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q_{1m}}{\partial t} = D_{\text{intra}1m} \frac{\partial^2 Q_{1m}}{\partial x^2} + D_{\text{intra}12m} \frac{\partial^2 Q_{2m}}{\partial x^2}; \quad (3) \quad \frac{\partial Q_{2m}}{\partial t} = D_{\text{intra}21m} \frac{\partial^2 Q_{1m}}{\partial x^2} + D_{\text{intra}22m} \frac{\partial^2 Q_{2m}}{\partial x^2} \quad (4)$$

З нульовими початковими умовами, та крайовими умовами, що враховують стан адсорбційної рівноваги на поверхні контакту частинки, та інтерфейсними умовами, що описують неперервність функції концентрації на границях сегментів середовища.

Шляхом введення в області $I_m = \left\{ t > 0, r \in (0, R), z \in \bigcup_{m=1}^{n+1} (l_{m-1}, l_m); l_0 = 0; l_{m+1} \equiv l < \infty \right\}$

рівномірної ортогональної сітки та апроксимації вихідної системи рівнянь (1)-(4) при допомозі шести точкової різницевої схеми Кранка-Ніколсона вихідна система рівнянь зводиться до систем вигляду:

$$\left. \begin{aligned} a_{1m}^c \cdot C_{1m_{i-1}}^{k+1} + d_{1m}^c \cdot C_{1m_i}^{k+1} + b_{1m}^c \cdot C_{1m_{i+1}}^{k+1} + g_{1m}^c \cdot C_{2m_i}^{k+1} &= f_{1m_i}^c \\ a_{2m}^c \cdot C_{2m_{i-1}}^{k+1} + d_{2m}^c \cdot C_{2m_i}^{k+1} + b_{2m}^c \cdot C_{2m_{i+1}}^{k+1} + g_{2m}^c \cdot C_{1m_i}^{k+1} &= f_{2m_i}^c \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{1m}^q \cdot Q_{1m_{ij-1}}^{k+1} + d_{1m}^q \cdot Q_{1m_{ij}}^{k+1} + b_{1m}^q \cdot Q_{1m_{ij+1}}^{k+1} + g_{1m}^q \cdot Q_{2m_{ij}}^{k+1} &= f_{1m_{ij}}^q \\ a_{2m}^q \cdot Q_{2m_{ij-1}}^{k+1} + d_{2m}^q \cdot Q_{2m_{ij}}^{k+1} + b_{2m}^q \cdot Q_{2m_{ij+1}}^{k+1} + g_{2m}^q \cdot Q_{1m_{ij}}^{k+1} &= f_{2m_{ij}}^q \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Оскільки отримані системи (5)-(6) є системами рівнянь з матрицями три діагонального вигляду, то для знаходження значень концентрацій C , Q застосовується алгоритм Томаса (метод прогонки), який має час виконання $O(n)$. Відповідно до цього, значення концентрацій на $(k+1)$ часовому шарі визначаються за відомими значеннями на попередньому k -му часовому шарі за формулами:

$$\left. \begin{aligned} C_{1m_i}^{k+1} &= \alpha_{1m_i}^c \cdot C_{1m_{i+1}}^{k+1} + \beta_{1m_i}^c + \gamma_{1m_i}^c C_{2m_{i+1}}^{k+1} \\ C_{2m_i}^{k+1} &= \alpha_{2m_i}^q \cdot C_{2m_{i+1}}^{k+1} + \beta_{2m_i}^q + \gamma_{2m_i}^q C_{1m_{i+1}}^{k+1} \end{aligned} \right\}; \quad (7) \quad \left. \begin{aligned} Q_{1m_{ij}}^{k+1} &= \alpha_{1m_{ij}}^q \cdot Q_{1m_{ij+1}}^{k+1} + \beta_{1m_{ij}}^q + \gamma_{1m_{ij}}^q Q_{2m_{ij+1}}^{k+1} \\ Q_{2m_{ij}}^{k+1} &= \alpha_{2m_{ij}}^q \cdot Q_{2m_{ij+1}}^{k+1} + \beta_{2m_{ij}}^q + \gamma_{2m_{ij}}^q Q_{1m_{ij+1}}^{k+1} \end{aligned} \right\}. \quad (8)$$

МАТЕМАТИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАСОПЕРЕНОСУ

Важливим питанням при моделюванні масопереносу залишається ідентифікація внутрішніх кінетичних параметрів процесу, що є визначальними для кінетики їх перебігу. Пропонується для математичної моделі однокомпонентного адсорбційного масопереносу, що описується за допомогою крайової задачі в області $D = \{(t, r, z) : t > 0, 0 < r < R, 0 < z < l\}$:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_{\text{inter}} \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} - \frac{3(1 - \varepsilon_{\text{inter}}) D_{\text{intra}}}{\varepsilon_{\text{inter}} R} \frac{\partial}{\partial r} q \Big|_{r=R}. \quad (1)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D_{\text{intra}} \frac{\partial^2}{\partial r^2} q. \quad (2)$$

на основі теорії оптимального управління станом складних систем, математичних моделей адсорбційного масопереносу в середовищах нанопористого і одержаних для них аналітичних та чисельних розв'язків, побудувати градієнт-процедуру ідентифікації параметрів внутрішньої кінетики переносу (коефіцієнти дифузії D_{inter} , D_{intra}).

Функціонал-нев'язки, що визначає величину відхилення шуканого розв'язку від слідів розв'язку записується у вигляді:

$$J(D_{\text{inter}}, D_{\text{intra}}) = \frac{1}{2} \int_0^T \left(\|c(\tau, z, D_{\text{inter}}, D_{\text{intra}}) - f\|_{L_2(D)}^2 + \|\bar{q}(\tau, 0, D_{\text{inter}}, D_{\text{intra}}) - g\|_{L_2(D)}^2 \right) d\tau, \quad (3)$$

Застосовуючи принцип Лагранжа до розширеного функціоналу, що включає суму функціоналу-нев'язки та складових, що враховують умови балансових рівнянь і початково-крайових умов, отримуємо постановку спряженої задачі.

$$\frac{\partial}{\partial t} \psi(t, r, z) + \frac{\partial^2}{\partial r^2} D_{\text{intra}}^n \psi = (q|_{r=R} - f) \cdot \delta(r - R), \quad r \in (0, R), \quad z \in (0, l), \quad t \in (0, T). \quad (4)$$

Часова умова

$$\psi(t, r, z) \Big|_{t=T} = 0 \quad (5)$$

Крайові умови по змінній r

$$-D_{\text{intra}}^n \frac{\partial}{\partial r} \psi \Big|_{r=0} = 0; \quad \psi \Big|_{r=R} = 0, \quad r \in (0, R), \quad (6)$$

Основні рівняння крайової задачі в приростах (з нульовими умовами) в операторній формі:

$$\mathcal{L}w(t, r, z) = \chi, \quad w \in (0, R) \cup \Omega_T \quad (7)$$

Де
$$\mathcal{L} = \frac{\partial}{\partial t} - D_{\text{intra}} \frac{\partial^2}{\partial r^2}, \quad \chi(t, z) = \Delta D_{\text{intra}}^n \frac{\partial}{\partial r} q(t, r, z).$$

Аналітичний вираз градієнта функціоналу по компоненті D_{intra} .

$$\nabla J_{D_{\text{intra}}} = \int_0^T \int_0^R \psi(t, r, z) \cdot \frac{\partial^2}{\partial r^2} q(t, r, z) dr dt, \quad (8)$$

ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ, НАВАНТАЖЕНОЇ ВНУТРІШНІМ ТИСКОМ q ТА РОЗТЯГУЮЧИМ ЗУСИЛЛЯМ N

Навантаження внутрішнім тиском q .

Авторами було розглянуто осесиметричну оболонку товщини h , навантажену внутрішнім тиском q . Згідно допущень безмоментної теорії, отримано два рівняння рівноваги елемента, відсіченого двома широтними та двома меридіональними перерізами:

$$\frac{\sigma_m^q}{\rho_m} + \frac{\sigma_t^q}{\rho_t} = \frac{q}{h} \left(1 - \frac{h}{2\rho_t}\right) \left(1 - \frac{h}{2\rho_m}\right), \quad (1)$$

$$\sigma_m^q = \frac{q\rho_t}{2h} \left(1 - \frac{h}{2\rho_t}\right)^2, \quad (2)$$

де σ_m^q і σ_t^q –напруження, викликані дією внутрішнього тиску q , меридіональне та широтне відповідно, ρ_m і ρ_t меридіональний та широтний радіуси кривизни оболонки.

Для тонкостінних оболонок при $\frac{h}{\rho_t} \rightarrow 0$, $\frac{h}{\rho_m} \rightarrow 0$ із умови (1) отримуємо рівняння

$$\text{Лапласа } \frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{q}{h}.$$

Навантаження внутрішнім тиском q та розтягуючим в меридіональному напрямку зусиллям N .

Із врахуванням дії розтягуючого зусилля N для меридіональних напружень отримаємо:

$$\sigma_m = \sigma_m^q + \sigma_m^N,$$

де $\sigma_m^N = \frac{N \sin \alpha}{2\rho_t h}$ – складова меридіонального напруження, викликана дією

розтягуючого зусилля, α – кут, утворений віссю оболонки і нормаллю до елемента оболонки.

Беручи за основу критерій максимального навантаження Дорна, отримано дві умови стійкості процесу пластичного деформування осесиметричної оболонки із врахуванням великих залишкових деформацій:

$$\sigma_t = C_1 \cdot \frac{(\varepsilon_t + 1)^\nu \left(\varepsilon_t + \frac{1 - \frac{\nu}{2} - \frac{\mu}{2}}{1 - \frac{\nu}{2} + \frac{\mu}{2}(n+1)} \right)^{\frac{(1-\nu)}{1 - \frac{\nu}{2} - \frac{\mu}{2}(n+1)}}}{\varepsilon_t - \frac{1}{n+1}}, \quad \sigma_m = C_2 \cdot \frac{\varepsilon_m + \frac{1-\nu}{2}}{1 - \frac{\nu}{2n}},$$

$$\left(\varepsilon_m + \frac{1-\nu}{2} - \frac{1}{2k} \right) \left(1 + \frac{1}{n} \varepsilon_m \right) \left(1 - \frac{n+1}{n} \varepsilon_m \right)$$

де C_1, C_2 – сталі інтегрування, $\nu = \frac{\rho_t}{\rho_m}$, $\mu = \frac{h}{\rho_t}$.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ КРУГЛИХ ДИСКІВ

Для нагріву круглого диска необхідно створити в ньому електромагнітне поле, яке характеризується величинами: \vec{E} - напруженість електричного поля, \vec{D} - електрична індукція, \vec{H} - напруженість магнітного поля, \vec{B} - магнітна індукція. Вказані фізичні величини зв'язані між собою рівняннями Максвелла: $\text{rot}\vec{H} = \vec{\delta} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$, $\text{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$, в яких магнітна і електрична індукції зв'язані з напруженостями таким чином:

$$\vec{B} = \mu_0\mu\vec{H}, \quad \vec{D} = \varepsilon_0\varepsilon\vec{E},$$

(1) де $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнітна постійна, $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, μ - відносна магнітна проникливість матеріалу, ε - відносна електрична проникливість матеріалу, $\vec{\delta}$ - густина струму провідності.

Вважається, що диск нагрівається з допомогою індуктора, витки якого змонтовані паралельно до торців поверхні диска так, що осі його координат перпендикулярні до основної поверхні диска (Z), мають напрям по радіусу диска (X) та дотичної до торцевої поверхні (Y). Враховуючи симетрію змонтованого індуктора і диска, будуть мати місце тільки фізичні компоненти H_z, E_y, B_z, δ_y , для яких справедливі рівняння:

$$\frac{\partial H_z}{\partial x} = \delta_y = \frac{E_y}{\rho} = \gamma E_y; \quad \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\frac{\partial B_z}{\partial t} = \mu_0\mu \frac{\partial H_z}{\partial t} \quad (2)$$

де ρ - питомий опір, ом·м; γ - питома провідність, сім/м.

Припустивши, що напруженості електричного і магнітного полів синусоїдальні, з рівнянь (2) отримаємо:

$$-\frac{\partial \dot{H}_m}{\partial x} = \delta_m = \gamma E_m, \quad \frac{\partial \dot{E}_m}{\partial x} = -i\omega\mu_0\mu\dot{H}_m,$$

(3) де H_m і E_m , \dot{H}_m і \dot{E}_m - дійсні і комплексні амплітуди напруженостей магнітного та електричного полів відповідно. Також з рівнянь (3) маємо

$$\frac{\partial^2 \dot{H}_m}{\partial x^2} - i2k^2\dot{H}_m = 0,$$

$$\dot{E}_m = -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial \dot{H}_m}{\partial x} = \rho A k (1+i) e^{-k(1+i)x} = \rho A k (1+i) e^{-kx} (\cos kx - i \sin kx), \quad \text{де } k = \frac{1}{\Delta} = \sqrt{\frac{\omega\mu_0\mu\gamma}{2}}.$$

Розв'язок останніх двох рівнянь, при умові $\dot{H}_m = \dot{H}_{me} = H_m$ на торцевій поверхні диска, має вигляд

$$\dot{H}_m = H_{me} e^{-k(x-x_0)} e^{-ik(x-x_0)}, \quad \dot{E}_m = \sqrt{2}k\rho\dot{H}_{me} e^{-k(x-x_0)} e^{-i\left[k(x-x_0)\frac{\pi}{4}\right]}, \quad (4)$$

в яких x_0 - координата торцевої поверхні.

Питома потужність теплових джерел, знайдена з допомогою формули $W = \gamma \dot{E} \cdot E^*$, та виразу для \dot{E} з (4), має вигляд:

$$W = 2\rho k^2 H_{me}^2 e^{-2k(x-x_0)}.$$

де E^* - комплексно спряжена величина до E , а $H_{me} = N \cdot I_i \sqrt{2}$, N - кількість витків індуктора, I_i - струм в індукторі, $I_m = I_i \sqrt{2}$ - амплітуда значення струму в індукторі, a - висота індуктора.

Секція: **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

Керівники: **проф. М.Приймак, доц. С.Лупенко, доц. С.Мацюк**

Секретар: **доц. Н. Загородна**

УДК 004.415.2, 004.415.5

І. Боднарчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ МОДЕЛІ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

У міру збільшення складності і розширення сфери застосування сучасних інформаційних систем (ІС) при одночасному зростанні відповідальності за виконувани функції різко підвищилися вимоги до якості і безпеки застосування програмних комплексів. У зв'язку з цим одним з важливих моментів в життєвому циклі ІС стало забезпечення необхідної якості програм і даних.

Система якості дозволяє ефективніше управляти процесом розробки і супроводу ПЗ, що значно підвищує споживчі якості програмних продуктів.

У зв'язку з цим необхідна наявність комплексного рішення задачі забезпечення якості програмних систем на основі таких умов. По-перше, розробити пакет нормативно-методичних документів відповідно до вимог стандартів. По-друге, побудувати базову модель якості інформаційної системи на базі стандартів ISO/IEC 9126. По-третє, у вимогах на програмне забезпечення чітко задекларувати відомості про поняття і необхідні значення характеристик якості ПЗ. По-четверте, реалізувати систему контролю якості на усіх або найважливіших етапах розробки програмного забезпечення. Комплексне рішення задачі забезпечення якості програмних систем припускає розробку і впровадження тієї або іншої системи управління якістю. У світовій практиці найбільшого поширення набули системи, засновані на міжнародних стандартах серії ISO 9000, що включає, у тому числі, стандарт ISO 9003:2004, який регламентує забезпечення якості програмних продуктів.

Побудова моделі якості у вигляді багаторівневої структури показників якості дозволяє системно описати вимоги до програмного забезпечення, визначаючи, які його властивості по кожній з шести характеристик верхнього рівня хочуть бачити зацікавлені сторони. Процес визначення вимог до якості програмного забезпечення складається з двох етапів:

- обґрунтування і вибір переліку показників якості ПЗ;
- вибір і затвердження переліку метрик, оцінних елементів, шкал вимірювання показників якості.

Процедура контролю якості дозволяє переконатися, що певні характеристики якості програмного забезпечення досягнуті. Для оцінки багатьох атрибутів якості не існує ефективніших способів, ніж тестування. Організація тестування ПЗ регламентується міжнародними стандартами ISO/IEC і IEEE.

Набір показників якості для кожної ІС в стандартах жорстко не закріплений, тому на етапі побудови моделі якості конкретної проекрованої системи необхідно сформулювати, виходячи з її функціонального призначення, повного переліку необхідних характеристик і властивостей. При цьому необхідно користуватися останніми редакціями міжнародних і регіональних стандартів, які постійно розвиваються і модифікуються.

Література.

1. ISO/IEC 9126:1991. Information technology – Software product evaluation – Quality characteristics and guidelines for their use.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ Й ОБЛІКУ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

В умовах світових цін на енергоносії і глибокої фінансової, енергетичної та екологічної криз важливим завданням є підвищення енергоефективності комунального господарства. Працівникам комунальних підприємств необхідно мати своєчасну та правдиву інформацію про ефективність використання наданих ресурсів, про основні втрати та їх причини, одержати кваліфіковане техніко-економічне обґрунтування першочергових заходів, що дають можливість знизити енерговитрати. Саме такі можливості надає автоматизована система контролю й обліку телеметричної інформації.

Використання автоматизованої системи дозволяє:

- зменшити витрати на обладнання, завдяки застосуванню комунікаційних ліній операторів стільникового зв'язку;
- зменшити витрати комунальних підприємств на персонал, котрий використовується для зняття показників;
- обслуговувати промислові, технологічні та житлові об'єкти, в тому числі віддалені об'єкти або об'єкти з обмеженим доступом;
- розміщувати телеметричну апаратуру практично по всіх регіонах, де доступний стільниковий зв'язок;
- оперативно відслідковувати аварійні та позаштатні ситуації завдяки динамічному опрацюванню телеметричних показників.

Автоматизована система призначена для збору телеметричної інформації від апаратури віддалених об'єктів та передачі отриманої інформації до Інтернет-серверів через мережі стільникового зв'язку. В якості джерела інформації можуть використовуватись лічильники (див.рис. 1) для обліку показників витрат води, тепла, електроенергії, газу тощо.



Рис. 1. Структурна схема передачі інформації в автоматизованій системі контролю й обліку телеметричної інформації

Отримана від лічильників інформація обробляється мікроконтролером та передається в Інтернет за допомогою GSM-модуля та мережі стільникового зв'язку. В мережі Інтернет встановлюється та налаштовується web-сервер. Програмне забезпечення web-сервера призначене для динамічного збору, систематизації та обробки телеметричної інформації засобами сучасних СКБД.

УДК 517.51

Р. Драпак, М. Приймак

(Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРНЕТ ТРАФІКІВ ТА ЇХ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ

Будь-які сучасні технології застосування телекомунікаційного обладнання передбачають необхідність оцінювання якості надання мережних послуг. Практика показує, що якість послуг залежить від інтенсивності потоків інформації в мережі. Інтенсивність потоків має ритмічний характер з періодом 24 год. Крім цього інтенсивність суттєво залежить від сезону року, тобто спостерігається також річна періодичність.

Мета роботи - дослідження властивостей трафіків для періодичних випадкових процесів та розробка на цій основі методів оцінки періодичних ймовірнісних характеристик трафіків трафіків.

Базуючись на певних зв'язках трафіків із системами масового обслуговування, кібернетикою, дамо наступне поняття трафіка. Трафіком називається виділена лінія для потоку та властивості цього потоку.

Як видно, це означення містить в собі дві особливості трафіка: він розглядається як виділена лінія для потоку, не конкретизуючи при цьому якого саме потоку – інформаційного чи матеріального; виділяються також властивості потоку, для опису яких існує розвинутий математичний апарат. Потік переважно розглядається як випадковий процес із незалежними приростами або його різницевий аналог. В останній час як модель широко використовуються дискретні періодичні білі шуми з тим чи іншим розподілом. Грунтуючись на визначенні трафіка та ритмічної поведінки реальних даних, можна стверджувати, що за модель трафіка можна вибрати узагальнений пуассонівський періодичний білий шум.

Вказана модель трафіка може бути використана для розробки методів статистичного аналізу реальних трафіків, розрахунку їх прогнозної поведінки.

Для статистичної обробки інтенсивності потоків інформації локальної мережі одного із підприємств м.Тернополя були використані методи статистичного аналізу періодичних випадкових послідовностей.

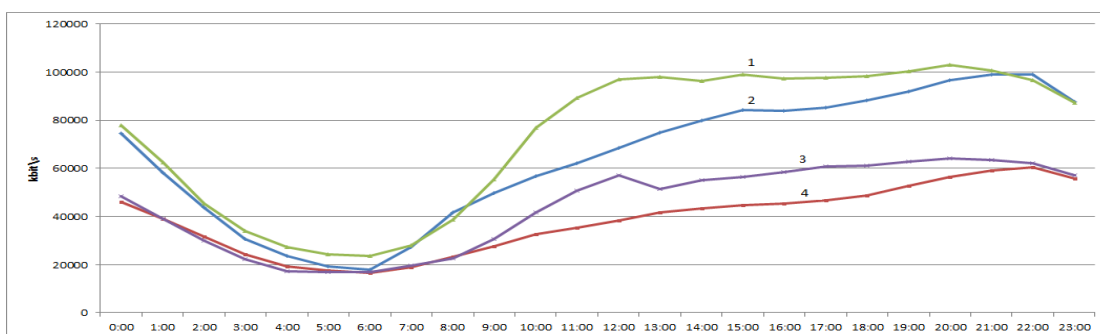


Рис. 1. Матсподівання трафіка

На рисунку 1 наведена оцінка математичного сподівання потоку інформації за робочі і вихідні дні за березень 2010р.

В доповіді проведено аналіз цих оцінок та зроблено попередні висновки.

УДК 519.246

Н.Загородна, М.Фриз

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ГАЗОСПОЖИВАННЯ ЯК СТОХАСТИЧНО ПЕРІОДИЧНОГО ПРОЦЕСУ

Питання забезпечення держави енергетичними ресурсами безумовно є одним із ключових питань економіки будь-якої країни. В Україні проблема забезпечення енергоносіями та їх оптимального використання носить не лише економічний, а й політичний характер, саме тому питання енергозбереження визначено як один із пріоритетних напрямків розвитку нашої держави. В енергетичному балансі нашої держави газ займає провідне становище. Як показує досвід, в умовах залежності від іноземних джерел імпорту, значної енергомісткості економіки України та постійного зростання темпів споживання природного газу, ведення політики лімітної дисципліни не задовольняє вимог практики. Отже, виникає потреба розробки науково обґрунтованих методів прийняття управлінських рішень.

Як відомо, важливою передумовою розробки методів аналізу та прогнозу для будь-якого явища є створення адекватної до самого явища та поставлених задач математичної моделі. В [1] було проаналізовано основні математичні моделі, які використовуються для опису газоспоживання. Внаслідок проведеного аналізу було виявлено, що в рамках стохастичного підходу існує ряд математичних моделей, які враховують циклічність та випадковість процесу газоспоживання, а отже класифікують його як стохастично періодичний процес. Методи статистичної обробки випадкових процесів ґрунтуються на використанні апарату φ -серій.

Нагадаємо, що φ_i -серією називають вкладений по відношенню до стохастично періодичного процесу $\xi(t)$ процес:

$$\xi_i(l) = \xi(\varphi_i + lT), \quad i = \overline{0, N-1} \quad l \in \mathbf{Z}, \quad (1)$$

де $\varphi_i = ih$ фаза (зсув), що визначається номером відліку i та кроком дискретизації h , l – параметр, що описує номер циклу, T – період процесу.

Методика проведення статистичного аналізу стохастично періодичних процесів за однією реалізацією ґрунтується на властивості стаціонарності φ -серій. Тому перевірка на стаціонарність відліків процесу газоспоживання, взятих через період T (φ -серій) є визначальною для можливості подальшого аналізу газоспоживання

Перевірку на стаціонарність послідовностей (1) здійснюємо за критерієм Колмогорова-Смірнова. Суть цього критерію полягає в перевірці того, що отримані в різний час N незалежних реалізацій обсягом n належать одному випадковому процесу.

Результати такої перевірки показали, що стаціонарними можна вважати лише φ -серії, отримані з реалізацій газоспоживання в неопалювальний період. Що означає, що для статистичного аналізу газоспоживання в опалювальний період необхідна розробка нових методик.

Література.

1. Марченко Б.Г., Мулик Н.В. Математичні моделі газонавантажень // Матеріали Восьмої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету ім. І.Пулюя (Тернопіль, 11-12 травня 2004р.). – Тернопіль: ТДТУ, 2004. - С.58.

СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ТА ЇХ АДАПТАЦІЯ ДЛЯ УМОВ РИТМІКИ

В зв'язку підвищенням вартості електроенергії всі частіше піднімається питання енергозбереження. Один з напрямів економії електроенергії – моніторинг та контроль її споживання. Для цього, наприклад, уряд розробив "Правила користування електроенергією", згідно яких всі споживачі з приєднаною потужністю електроустановок 150 кВт і вище та середньомісячним обсягом споживання за попередні 12 розрахункових періодів 50 тис. кВт/год і більше, мають бути забезпечені засобами диференційованого обліку електроенергії та локальним устаткуванням збору і обробки даних.

Для вирішення подібних задач на підприємствах, у великих організаціях широко використовують АСКОЕ (автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії). Подібного роду системи включають в себе:

1. Лічильники електроенергії (Енергія-9, Landis & Gyr - ZMD , Elgama – EPQS , Actaris – SL 7000 та ін), які реєструють наступні показники: активна та реактивна потужність (P), напруга (U), струм (I), частота (F), спожита активна енергія, віддана реактивна енергія.

2. Лінії зв'язку (провідні, радіо, GSM);

3. Програмні засоби, які здійснюють архівування та збереження облікових даних у базі даних підприємства, формування необхідних звітних документів, дозволяють отримувати показники згідно запитів користувача, представляти їх у вигляді графіків, інформувати про споживання електроенергії за певні проміжки часу, наприклад, робити вибірку за робочі, вихідні або за всі дні.

На жаль, в існуючих АСКОЕ відсутня можливість аналізу енергоспоживання з врахуванням його ритмічного характеру. В роботі запропоновані методи аналізу енергоспоживання великих організацій (підприємств), враховуючи ритмічний характер їх роботи, функціонування. Для отримання статистичних характеристик енергоспоживання, використовуються дані, отримані із багатofункціонального лічильника електроенергії Енергія-9.

Як приклад, на рис.1 наведено оцінки математичного сподівання споживання електроенергії за лютий та травень 2008 року в одному із корпусів ТНТУ.

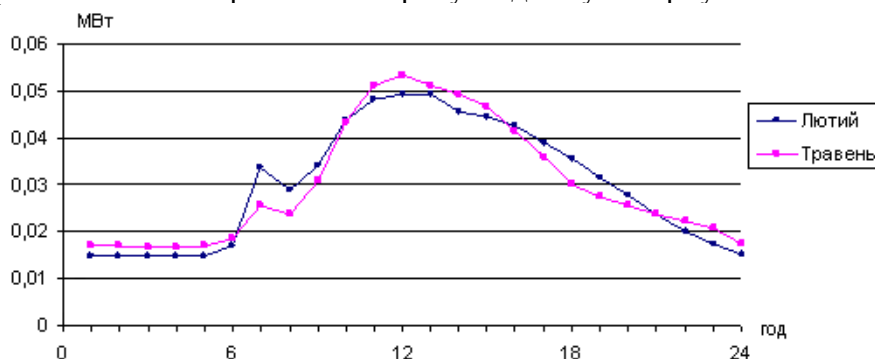


Рис. 1. Оцінка математичного сподівання споживання електроенергії за лютий та травень

Аналізуючи графіки, видно, що хоча лютий відноситься до зимового періоду, травень – до весняного, енергоспоживання в ці місяці року було приблизно однаковим в кожен годину доби за винятком 7-ї та 8-ї години.

**ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДОВИ
АКВОДІОКСОТРИЦІАНОКОМПЛЕКСІВ ВОЛЬФРАМУ (IV)
ЗАГАЛЬНОГО СКЛАДУ $Kat_3([WO_2(CN)_3H_2O])_2$ ($Kat=Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$)**

В [1] описана кристалічна структура акводіоксотриціановольфрамата (IV) рубідія $Rb_3[WO_2(CN)_3H_2O] \cdot 3H_2O$. Однак, виділити монокристали інших представників цієї сполуки, а саме $Kat_3([WO_2(CN)_3H_2O])_2$ ($Kat=Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$), з метою вивчення їх кристалічної структури, не вдалося. Тому цікавим було промоделювати засобами машинної графіки їх теоретично можливу будову.

За вихідну модель служила відома октаедрична структура ціанокомплексу $Rb_3[WO_2(CN)_3H_2O] \cdot 3H_2O$. Засобами машинної графіки з використанням графічного пакету MODEL [2,3] нами створювались координатні моделі можливих структур акводіоксотриціановольфраматів (IV) в залежності від виду зовнішньосферного катіону. Координати атомів задавались з врахуванням можливих віддалей зв'язків та валентних кутів, характерних для діоксоціанідних комплексів [4]. Оцінка величин зв'язків та валентних кутів у довільному напрямку здійснювалась шляхом використання апарату перетворень простору, що дозволяє розмістити каркасну координатну модель в необхідному положенні. Опис вузлів каркасної моделі здійснювався їх заданням в однорідних координатах, а комбінації перетворень, які є сумою повороту, переносу, масштабування, охоплювалися матричним підходом.

Подана модель описана у загальній (світовій) системі координат. З метою отримання її відображення на екрані здійснювалися проєктивні перетворення.

Таким чином, змінюючи привязку вузлів координатної моделі і її орієнтацію по валентних зв'язках шляхом повороту можна досягнути бажаної орієнтації координатної моделі і оцінити величини зв'язків та валентних кутів візуально на довільній площині проєкції.

Графічне моделювання акводіоксотриціанокомплексів вольфраму (IV) загального складу $Kat_3([WO_2(CN)_3H_2O])_2$ ($Kat=Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$) показало, що можливий вплив зовнішньосферного катіону на деформацію октаедричної будови наведених вище ціанокомплексів зростає із збільшенням їх радіусу, тобто від Ba^{2+} до Mg^{2+} .

Література.

1. Ковбашин В.І., Милик М.П. Синтез и исследование акводіоксотриціановольфрамата (IV) рубідія // Журнал неорганической химии. – 1992. - №8. – с. 1828 – 1829.
2. В.І. Ковбашин, А.І. Пік. Графічне моделювання реакцій комплексоутворення та будови гептаціанідних комплексів вольфраму (IV) загального складу $[W(CN)_7X]^{n-}$ // Збірка праць міжнародної науково – практичної конференції присвяченої 200 – річчю створення нарисної геометрії: “Сучасні проблеми геометричного моделювання”. – Харків – 1998. – Частина 3. – с. 119 – 111.
3. В.І. Ковбашин, А.І. Пік. Графічне моделювання реакцій комплексоутворення та будови гептаціанідних комплексів молібдену (IV) загального складу $[Mo(CN)_7X]^{n-}$. // Труды Таврической государственной агротехнической академии. Выпуск 4. Прикладная геометрия и инженерная графика. – 1999 - Т.8. –с. 98 – 101.
4. Griffith W. P. Cyanide complexes of the early transition metals (groups IVa – VIIa) // Coord. Chem. Revs. - 1975 – V. 17. - №2 – 3. – p. 177 –277.

ДО ПИТАННЯ МЕТРИКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Висока якість програмного забезпечення традиційно асоціюється зі здатністю задовольняти потреби користувача, що відповідають його призначенню. Однак для програмних систем визначення поняття якості пов'язане з рядом труднощів, оскільки при тлумаченні якості програмного виробу зазвичай розглядаються не лише його функціональні властивості, але й вимоги до зручності, швидкодії, надійності тощо. Такі вимоги погано піддаються точному опису та перевірці, найчастіше не допускають кількісну оцінку, можуть вступати в протиріччя один з одним.

Процеси розробки, придбання й впровадження складних систем, до яких відносять, зокрема, програмні комплекси, мають знаходитися під жорстким управлінським контролем. У більшості випадків поза межами контролю виявляється найбільш важлива характеристика програмних продуктів, заради якої, власне, й здійснюються витрати часу, фінансових засобів і ресурсів – це якість продукту.

Нині існують організації, у яких накопичено достатньо досвіду з використання метрик у керуванні якістю розроблювальних і впроваджуваних програмних продуктів. Використання апробованих підходів у керуванні якістю розробки й впровадження великих програмних систем значно підвищує передбачуваність проєктів, знижує фінансові й ресурсні витрати.

Серед використовуваних метрик якості програмного забезпечення є універсальні метрики, які застосовні практично до всіх видів програмного забезпечення. У той же час більша частина найбільш важливих метрик в успішних проєктах розробляється індивідуально на основі особливостей проєкту і характеристик предметної області.

Дослідження метричного аналізу якості показують, що не існує єдиної метрики, яка б дала універсальний рейтинг якості програмного забезпечення. Вимірювання якості дає цілий спектр проєктно-залежних метрик, які є ключовою основою для прийняття рішень у процесі розробки, замовлення та супроводу програмного забезпечення.

Досвід управління якістю показує, що фінансові витрати, зроблені для поліпшення якості продукту, є безумовно доцільними й дають в результаті високий економічний ефект.

Ретельно проведений метричний аналіз якості відповідно до поставлених цілей розробки створює основу для коректного планування та контролю витрат на якість для досягнення необхідних показників і ефективності використання ресурсів.

ОЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ САМООРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ

Що таке самоорганізація системи? На це питання відповіді досить важко, оскільки чіткого та загального означення поняття самоорганізації немає. Хоча на сьогодні в науковій літературі достатньо описано систем, які називають самоорганізуючими.

Самоорганізація як науковий термін був введений В.Р.Ешбі в 1947 році [1]. З того часу зміст цього поняття дещо змінився. Взагалі-то самоорганізацію можна розглядати як процес і як явище. Феномен самоорганізації як природне явище вивчає фізика. Як процес самоорганізацію вивчає цілий ряд дисциплін, тому це поняття міждисциплінарне. Сама суть процесу з математичної точки зору розглядається в теорії систем та кібернетиці. Окремо слід відмітити, що в гуманітарних науках самоорганізація розглядається як дія когось на самого себе. Тут ми розглядаємо поняття самоорганізації систем. Семантична характеристика та причини такої розбіжності означення самоорганізації описані в роботі [2].

Означення поняття самоорганізації є нечітким завдяки неоднозначності самих понять порядку і системи. Для вивчення процесів самоорганізації різної природи Г.Хакен ввів спеціальну міждисциплінарну науку – синергетику. Г.Хакен бачив основу самоорганізації в спільній взаємодії між елементами системи – синергії, тому і дав таку назву науці, при цьому підкреслював міждисциплінарність науки у назві. І.Пригожин виділяв особливість самоорганізуючих систем у їх дисипативності, створивши теорію дисипативних структур. Зараз у сучасній науці роботи Г.Хакена та І.Пригожина вважаються дещо застарілими, хоча вони надали значного розвитку та популяризації концепції самоорганізації.

Практично в кожній галузі науки поняття самоорганізації використовується і трактується по-різному. В інформаційних технологіях самоорганізацію часто ототожнюють з самонавчанням, самоадаптацією, самооптимізацією та ін. Хоча поняття саморганізації є більш загальним і таке ототожнення не є правильним.

Деякі дослідники вважають, що концепція самоорганізації є способом моделювання систем, а не класом систем. Хоча вони не заперечують існування самоорганізуючих систем, а стверджують те, що самоорганізація є скрізь [3].

Важливе місце має застосування процесів самоорганізації для вирішення різних прикладних задач, тобто можливість створення так званої штучної самоорганізації (особливо в інформаційних технологіях). Таку ситуацію можна порівняти зі штучним інтелектом, де також немає чіткого означення самого поняття інтелект, але є намагання створити його штучно. Незважаючи на це є успішні досягнення в цій галузі науки, тому можна сподіватися і на не менші успіхи при застосуванні процесів самоорганізації для вирішення різних прикладних задач.

Література.

1. Ashby W. R. Principles of the Self-Organizing Dynamic System // Journal of General Psychology, 1947. - p. 125-128.
2. Бакурова А.В. Семантичне моделювання процесів самоорганізації в соціально-економічних системах [Електронний ресурс] – К.: Національний авіаційний університет, 2010. – № 1. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/PSPE/>.
3. С. Gershenson. Design and control of self-organizing systems. PhD thesis, Faculty of Science and Center Leo Apostel, Vrije Univ., Brussels, Belgium, 2007.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ПОШУКУ «РОЗЛАДКИ» ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

В науці та техніці широко використовуються явища, що мають коливний (циклічний) характер це обумовлює актуальність їх дослідження, моделювання та обробки. У багатьох задачах обробки таких циклічних сигналів, постає проблема їх розбиття на певні, характерні ділянки, сегменти (цикли, зони). Таке розбиття (сегментація) необхідна з метою застосування статистичних методів, які усувають ефект розмиття оцінок їх ймовірнісних характеристик [1]. Зокрема, задачі сегментації циклічних сигналів мають місце при проведенні аналізу зареєстрованих сигналів серця [2], мовних сигналів та інших сигналів, які характеризуються циклічною структурою. З метою сегментації циклічних сигналів пропонується використовувати методи визначення моментів «розладки» (зміни ймовірнісних характеристик випадкового процесу), які відповідають межах сегментів.

У доповіді буде розглянуто огляд методів визначення «розладки» для задачі сегментації випадкових процесів. Задачі пошуку «розладки» випадкових процесів виникли ще в 30-х роках і були пов'язані з задачами поточного контролю. Багато науковців внесли вагомий вклад в розвиток методів визначення моментів «розладки»: Шьюхард, Пейдж, Колмогоров, Ширяєв, Лорден, Полак, Зігмунд, Гришков, Рубін, Бродський, Дарховський та багато інших [3-13].

Проводячи огляд методів слід відмітити, що умовно методи можна поділити на два класи. Перший це параметричні методи, які вимагають апіорну інформацію як про розподіл моменту «розладки», так і про розподіл досліджуваної випадкової послідовності до і після «розладки». На практиці, дуже часто, така інформація або відсутня або неточна.

Тому найбільший інтерес представляють непараметричні методи – методи, що не вимагають знання інформації про розподіл випадкової послідовності.

У майбутніх дослідженнях планується адаптувати непараметричні методи пошуку «розладки» випадкового процесу, які будуть враховувати різні типи особливостей ймовірнісної структури циклічних випадкових процесів.

Література

1. Литвиненко Я. Методи статистичної обробки сигналів серця на базі їх моделі у вигляді циклічного випадкового процесу із зонною часовою структурою / Я. Литвиненко, С. Лупенко, Ю. Студена // Вісник Тернопільського державного технічного університету. — Тернопіль, 2006. — Т. 11, № 4. — С. 189-200.
2. Литвиненко Я. Статистичний метод визначення зонної структури електрокардіосигналу в автоматизованих діагностичних системах / Я. Литвиненко, С. Лупенко, Л. Щербак // Вісник Тернопільського державного технічного університету. — Тернопіль, 2005. — Т.10, №3. — С.144-154.
3. Page E. S. Continuous inspection schemes.— *Biometrika*, 1954, V. 41. № 1. p. 100— 115.
4. Ширяев А. Н. Статистический последовательный анализ. М.: Наука, 1976, 271 с.
5. Ширяев А. Н. К обнаружению разладок производственного процесса.— Теория вероятностей и ее применения.- 1963, Т. VIII.- Вып. 3.- С. 254-281.
6. Клигене Н., Тельксис Л. Методы обнаружения моментов изменения свойств случайных процессов.— *Автоматика и телемеханика*, 1983, № 10, с. 5-56.
7. Lorden G. Procedures of reacting to a change in distribution.— *Ann. Math. Statist.*, 1971, v. 42, № 6, p. 1897-1908.
8. Pollak M. Optimal detection of a change in distribution.—*Ann. Statist.*, 1985, v. 13, № 1, p. 206-227.
9. Girshick M.A., Rubin H. A Bayes approach to a quality control model.—*Ann. Math. Statist.*, 1952, v. 23, № 1. p. 114-125.
10. Ширяев А. Н. Задача скорейшего обнаружения нарушения стационарного режима.— Докл. АН СССР, 1961, т. 138, № 5, с. 1039-1042.
11. Бродский Б. Е., Дарховский Б. С. О задаче скорейшего обнаружения момента изменения вероятностных характеристик случайной последовательности.— *Автоматика и телемеханика*, 1983, № 10, с. 101-108.
12. Дарховский Б. С, Бродский Б. Е. Непараметрический метод скорейшего обнаружения изменения среднего случайной последовательности.— Теория вероятн. и ее примен., 1987, т. XXXII, в. 4, с. 703-711.
13. Дарховский Б, С. Общий метод оценивания момента изменения вероятностных характеристик случайной последовательности.— В сб.: Статистические проблемы управления. Вып. 65. Вильнюс: ВЦ АН ЛитССР, 1984, с. 76-82.

ПРИЧИНИ ВТРАТ ДАНИХ ІЗ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ

Жорсткий диск – основний носій інформації, один із найбільш складних компонентів комп'ютера. Вартість інформації можна оцінити тільки вартістю збитків внаслідок втрати даних.

Основними причинами втрат даних є наступне.

Несправності плати електроніки ведуть до недоступності диска. При цьому всі дані можуть бути в збереженості або пошкодженою може бути лише частина інформації.

Поломки механіки всередині гермоблоку: відриви і сколи головок, руйнування підшипників і двигунів дуже часто супроводжуються і пошкодженням пластин. Буває, що блок головок «застрягає» в парковочній зоні. Можлива ситуація, коли жорсткий диск стартує, але через пошкодження однієї головки недоступна група секторів.

Пошкодження пластин в загальному вигляді проявляється як виникнення на диску BAD-блоків, тобто недоступних ділянок. Поява цієї проблеми говорить про те, що можливості прихованого перепризначення секторів вже вичерпані. Якщо на пошкоджений сектор припадає інформація про структуру, то зникає відповідний рівень логічної структури диска, якщо файл — файл стає незчитуваним.

Випадкове спотворення вмісту сектора — досить рідка ситуація. Це або прояв «залізного» дефекту або результат роботи шкідливої програми і в дуже рідких випадках — дійсно випадковий запис у момент перепадів напруги.

Пошкодження вмісту головного завантажувального запису (MBR) веде до того, що розділи або не можуть бути знайдені операційною системою, або їх параметри визначаються невірно. Найпростіший випадок — пошкодження сигнатури. Операційна система вирішує, що на місці MBR знаходиться випадкова інформація, а сам диск взагалі не розбитий на розділи і жодної корисної інформації не несе. При спотворенні або руйнуванні коду завантажувача спроба завантаження операційної системи з такого диска закінчується, як правило, «зависанням» комп'ютера. При цьому, якщо вміст таблиці розділів не пошкоджений, вся логічна структура диска зберігається і втрати даних не відбувається.

Складніший випадок пошкодження вмісту MBR — руйнування самого вмісту таблиці розділів. При цьому втрачається доступ до інформації, що зберігається в розділах. Таблиця може бути пошкоджена повністю або частково. Бувають випадки, коли таблиця розділів MBR ціла, а зруйнований запис про розділи в одній з ланок ланцюга Extended Partition.

Пошкодження файлової системи дуже схоже на пошкодження вмісту MBR. Відмінність полягає лише в тому, що розділ на диску видно, але операційна система повідомляє, що він не відформатований. Відповідно, недоступний і весь вміст розділу.

Коректне видалення файлів і папок засобами операційної системи — найпростіша ситуація. Вона є найпоширенішою. В операційній системі Windows, перш за все, треба шукати файл в Кошику. При видаленні файлу або папки в таблиці файлової системи, спочатку лише змінюється одне з полів: у FAT перший байт імені файлу змінюється на 0xE5, а в MFT атрибут по зсуву 14h змінюється з 1 на 0. Крім того, в NTFS змінюється запис про вільне місце на диску у файлі BitMap. Існує велика кількість програм, спеціально призначених для відновлення видалених об'єктів.

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОКОЛІВ ДИНАМІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Важливим аспектом сучасних комп'ютерних мереж є проблема надійності зв'язку між відправником та адресатом, яка пов'язана з низькою ефективністю маршрутизації. Ключовими параметрами ефективності маршрутизації є: повідомлення про мережеві проблеми, їх тип, частота з якою вони виникають та час збіжності. Для аналізу збіжності мережі використовуються методи динамічного програмування і теорія графів. Сукупність вершин графа і зв'язки між ними утворюють топологію мережі, а вага ребра - метричне значення маршруту. При чому, метрика маршруту може приймати лише додатне значення. Задача зводиться до знаходження найкоротшої відстані між всіма вершинами зваженого графа без циклів з від'ємними вагами.

Дана проблема досліджувалась такими провідними науковцями як Едсгер Дейкстра (Нідерланди), Річард Белман (США) та Лестер Форд (США). Їх роботи в області структурного та динамічного програмування, знайшли своє застосування в протоколах динамічної маршрутизації. Протоколи класу напрямного вектора використовують алгоритм Белмана-Форда (RIP), а протоколи класу стану зв'язку – алгоритм Дейкстра (OSPF).

Час за який алгоритм маршрутизації дозволяє знайти найкоротшу відстань між всіма маршрутизаторами мережі визначає час збіжності. Повільна збіжність мережі призводить до неузгодженої інформації про маршрутизацію і як наслідок, виникнення петлі маршрутизації. Пакети, що потрапили в петлю маршрутизації, зазнають затримок в передачі до 1300 с.

Алгоритм Белмана-Форда, що активований на кожному маршрутизаторі дозволяє знайти час збіжності $\Delta T = O(V^2 \cdot E)$, а в складних топологіях $\Delta T = O(V^4)$, де V – кількість вершин, а E – кількість ребер. Практично встановлено, що час збіжності RIP відносно загального часу передачі всіх даних становить $\Delta T = 55,17$ с. Також, враховуючи показник максимальної затримки в передачі одного пакета даних, як фактор перекомутації на альтернативний шлях, нами встановлено, що даний параметр становить $\Delta \tau = 39,19$ с.

Алгоритм Дейкстра, що активований на кожному маршрутизаторі дозволяє встановити теоретичний час збіжності залежно від типу даних, що для нього використовуються від $\Delta T = O(V^3)$ до $\Delta T = O(V \cdot E \cdot \log(V))$. Практично встановлено, що час збіжності протоколу OSPF за загальним часом передачі всіх даних $\Delta T = 15,17$ с., та з врахуванням максимальної затримки в передачі одного пакета даних $\Delta \tau = 4,02$ с. В процесі дослідження виявлено часові характеристики роботи протоколу OSPF, які впливають на період збіжності. До яких можна віднести періодичність відправлення Hello повідомлення (10 с.). При відсутності Hello протягом 40 с., алгоритм SPF відправляє LSA пакет про зміни в топології. Отримавши LSA, маршрутизатор очікує 5 с. і виконує SPF обрахунок для вибору найкоротшого шляху. Частота SPF обрахунку становить 10 с.

Отже, відповідно до проведених досліджень можна зробити висновок, що для ефективної передачі мультимедійних даних доцільним є використовувати протокол OSPF. Окрім алгоритму маршрутизації, факторами збіжності є: масштабованість мережі; мережева топологія; налаштування таймерів. Все це дозволяє зменшити період збіжності, що забезпечить ефективність її роботи і прийнятний рівень сервісів.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ АПРОКСИМАЦІЇ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ КРИВИМИ ПІРСОНА

В математичній статистиці передбачається відомим закон розподілу і проводиться оцінка значень його параметрів по результатах спостережень. В практичній діяльності, закон розподілу невідомий, а теоретичні припущення не дозволяють однозначно його встановити. Висновок про закон розподілу можна зробити шляхом детального вивчення фізичної сутності явища або на основі обробки відомих статистичних даних.

В роботі [1] методом гістограмного аналізу проведено дослідження особливостей енергоспоживання в умовах ритміки. Отримані гістограми використовувати на практиці незручно, вони не дозволяють отримати аналітичний вираз для теоретичної функції щільності розподілу і виникає необхідність проводити апроксимацію отриманих гістограм теоретичними законами розподілу.

Для згладжування гістограм розподілів використовується велика кількість методів: поліноміальної апроксимації, рядами Шарле, многочленами Крамера, система Пірсона, кривих Джонсона та ін. Перевагою кривих Пірсона є задовільна форма кривих для фактично всіх можливих значень асиметрії та ексцесу [2].

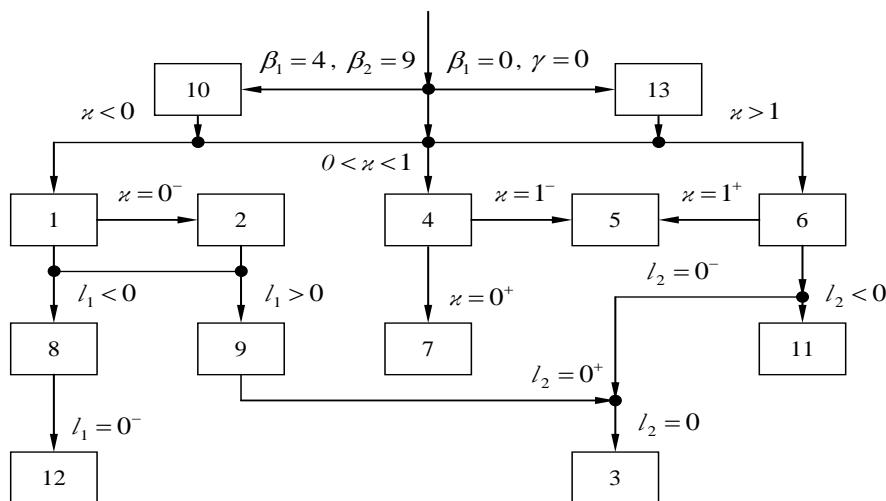


Рис. 1. Алгоритм підбору типів кривих за системою К.Пірсона

На основі алгоритму приведеного на рис.1 розроблено програмну реалізацію підбору кривими Пірсона на мові програмування C++, попереднє тестування та перевірка математичних розрахунків зроблено в математичному пакеті Matlab.

1. Приймак М.В. Дослідження особливостей енергоспоживання в умовах ритміки методом гістограмного аналізу / Приймак М.В., Мацюк О.В., Назаревич О.Б., Шимчук Г.В. // Вимірвальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах". – №2. – 2009р. – С.182-185.
2. Pearson, Karl "Contributions to the mathematical theory of evolution, II: Skew variation in homogeneous material". Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1895. – P.343–414.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ ВОДОСПОЖИВАННЯ

Актуальною є проблема ефективного прогнозу водоспоживання для покращення якості водопостачальних систем та підвищення коефіцієнту їх корисної дії. Водоспоживання в житловому районі або міському секторі не є одноманітним, воно показує дуже великі коливання протягом доби, а рівень споживання різний впродовж днів, тижнів і місяців. Відомі методи прогнозування споживання холодної та гарячої води не надають інформації стосовно ризику застосування результатів, не враховують тенденцію зміни попиту на водопостачання. Таким чином, в розробці систем водопостачання можна спостерігати ступінь надмірного проектування. А це має економічні наслідки: необхідні більші за розміром труби і більший чисельний склад устаткування і підрозділів.

Тому, актуальною є задача побудови адекватної математичної моделі водоспоживання, яка була б придатною і для вирішення задач покращення ефективності роботи водопостачальних систем.

Доповідь стосується дослідження статистичних характеристик процесу водоспоживання оцінюючи статистичні дані водоспоживання. Зокрема, аналізуючи ці дані, можна дослідити періодичність процесу водоспоживання.

На рисунку 1 зображено реалізацію процесу водоспоживання.

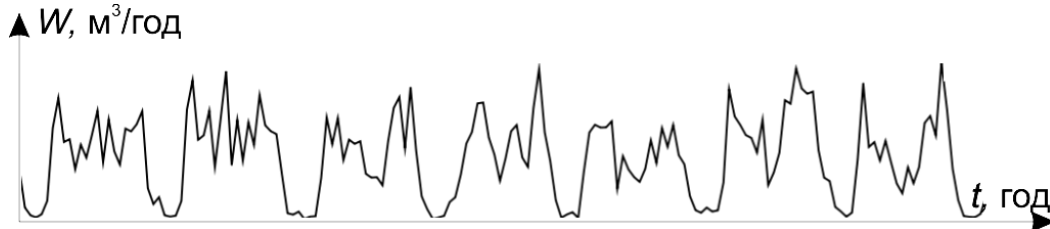


Рис. 1. Реалізація процесу водоспоживання.

На рисунку 2 зображено графіки оцінок математичного сподівання та дисперсії процесу водоспоживання.

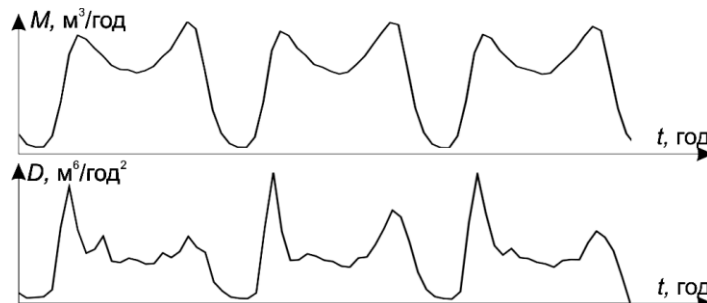


Рис. 2. Оцінки математичного сподівання і дисперсії процесу водоспоживання.

В результаті дослідження статистичних даних було висунуто гіпотезу, що процес водоспоживання є періодичним випадковим процесом із періодом 24 год.

ВИДІЛЕННЯ СЕЗОННОГО ТРЕНДУ ЯК АДИТИВНОЇ СКЛАДОВОЇ ЧАСОВОГО РЯДУ ГАЗОСПОЖИВАННЯ

Актуальною проблемою людства є проблема енергозбереження та раціональне використання природного газу, які є вичерпними. Науковий потенціал закладений в системи обліку та аналізу витрат природного газу, що сформувався і був на високому рівні декілька десятків років тому, потребує активного впровадження новітніх технологій комп'ютерної обробки оперативних даних та методів прогнозування та оптимізації витрат природного газу. Це зумовлює потребу в побудові нових моделей та методів газоспоживання, їх моніторингу та прогнозування. Сучасне різке зростання обчислювальних ресурсів комп'ютерної техніки відкриває нові можливості для такої реалізації та створення програмних алгоритмів, що забезпечать більш точний та «тонкий» режим аналізу, прогнозування та автоматизованого керування такими системами.

Відомо сучасні математичні моделі та методи аналізу газоспоживання що ґрунтуються на стохастичному підході та теорії випадкових процесів із врахуванням циклічності [1,2]. Проте випадкові процеси мають кусково-стаціонарний (фрагментарний) характер, у зв'язку із сильною кореляцією газоспоживання від зовнішніх метеофакторів. Найбільший фактор, який корелює з газоспоживанням є температура зовнішнього середовища.

Наше завдання – методом сингулярно-спектрального аналізу «Гусениця-SSA» [3] виділити сезонний тренд (адитивну компоненту) спричинений метеофакторами та подальший аналіз залишку з використаннями відомих стохастичних моделей та методів [1,2].

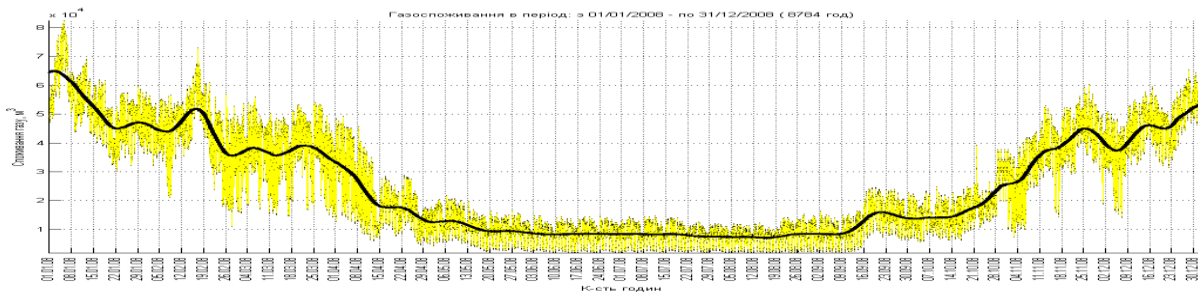


Рис. 1. Газоспоживання з виділеним сезонним трендом

Розглянемо статистику газоспоживання міста упродовж одного року $N=8784$ год (366 днів за 2008 рік) із кроком дискретизації 1 година. Коротко опишемо основні етапи виділення сезонного тренду на основі методу «Гусениця-SSA»: 1) розгортка одновимірного ряду в багатовимірний, з вхідним параметром довжиною гусениці $L=168$ год (тиждень); 2) аналіз головних компонент у результаті сингулярного розкладання вибіркової коваріаційної матриці; 3) вибір головних компонент, що складають річну сезонність; 4) відновлення часового ряду - розбиття на тренд та залишок.

Початковий часовий ряд та виділений сезонний тренд зображено на рис. 1. Виділимо низькочастотну складову, а саме, головну компоненту 1 (94.96 %). Після виконання четвертого етапу відновлення отримаємо залишок (рис. 2).

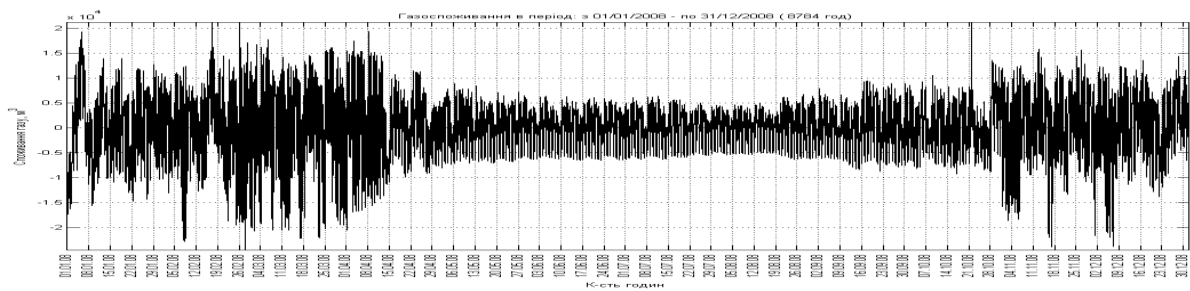


Рис.2. Залишок після виділення тренду

Якісний аналіз залишку підтверджує наявність двох основних категорій споживачів газу. Як видно на рис. 2, менша амплітуда (по середині) це газові побутові прилади населення. В опалювальний сезон додатково газові теплові котельні центрального опалення міста, що спричиняють різке збільшення амплітуди.

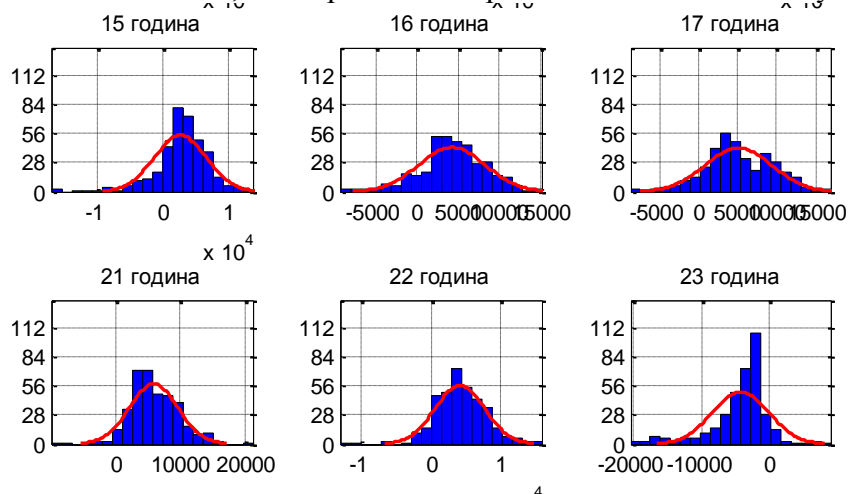


Рис.3. Гістограмний аналіз фі-серій для залишку

Подальший кількісний аналіз можливий методом розбиття на фі-серії з фіксованим періодом $T=24$ год [1] та гістограмний аналіз (рис. 3). Важливим є питання перевірки даного випадкових процесів (з виділеним трендом) на стаціонарність та розбиття на стаціонарні куски («вікна»), наприклад методом розладки.

Наступний крок використання параметричних методів апроксимації законів розподілу. Було розглянуто такі розподіли: нормальний, максимального значення «Extreme Value», системи кривих Пірсона та Джонсона [4]. В подальшому необхідна перевірка за критеріями згоди, наприклад, χ^2 -Пірсона чи Колмогорова-Смірнова, гіпотези чи підлягають дані випадкові процеси (фі-серії) заданим теоретичним законам розподілу.

Література.

1. Марченко Б.Г., Приймак М.В. Побудова моделі та аналіз стохастично періодичних навантажень енергосистем // Праці Інституту електродинаміки. – Київ: ІЕД НАН України, 1999 р. – Вип.1. – С.129-153.
2. Марченко Б.Г., Мулик Н.В., Фриз М.Є. Обґрунтування математичної моделі газонавантажень // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2005. – №2. – С.138-143.
3. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов: Учеб. пособие. СПб: Изд-во СПбГУ, 2004. – 76 с.
4. Johnson N.L. S. Kotz Continuous Univariate Distributions Volume 1 / Wiley-Interscience. – 1994. – 756 p.

ОЦІНКА ГУСТИН ЙМОВІРНОСТЕЙ ПЕРІОДИЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕТОДОМ ЇХ ОРТОГОНАЛЬНИХ ПОДАНЬ

В процесі вирішенні різноманітних задач обробки стохастичних сигналів, наприклад, задач виявлення, розпізнавання, класифікації тощо, часто необхідно знати їхні закони розподілів, зокрема, густини ймовірностей, які, як правило, є невідомими. Для отримання їх оцінок використовуються різноманітні методи. Це можуть бути методи узгодження експериментальних даних з тими чи іншими розподілами – нормальним, рівномірним, експоненціальним, пуассонівським тощо, методи гістограмного аналізу. У випадках, коли для апроксимації емпіричних розподілів (частотних розподілів, гістограм), що зустрічаються на практиці, відсутні достатні основи вибору того чи іншого відомого закону розподілу ймовірностей, часто звертаються до вибору наближених розподілів із сімейства (системи) густин Пірсона (більш відомого під назвами «сімейство розподілів Пірсона» або «криві Пірсона») чи сімейства густин (кривих) Джонсона. В деяких випадках зручно апроксимувати густину ймовірностей частковою сумою ряду. Для розкладу використовують поліноми Ерміта, Лаггера, Чебишева та ін. При певних зручностях для цих методів характерний суттєвий недолік: сума скінченного числа членів ряду може привести до від'ємних значень, особливо на «хвостах» розподілів. Вагомий результат щодо розвитку методів оцінки густин ймовірностей отримано в [1] та інших роботах цих авторів, де з'ясовуються умови, при яких забезпечується невід'ємність ортогональних подань густин ймовірностей. В перерахованих та інших методах оцінювання густин ймовірностей вважається, що експериментальні дані, які використовуються для отримання оцінок, є реалізаціями стаціонарних випадкових процесів або послідовностей. Самі елементи послідовності можуть бути залежними або незалежними, тобто утворювати в сукупності стаціонарний білий шум.

Однак на протязі останніх десятиліть значна увага приділяється дослідженню періодичних випадкових процесів та послідовностей, періодичних білих шумів, періодичних ланцюгів Маркова тощо, розробці методів їх статистичного аналізу, імітаційного моделювання. Щодо спроб оцінки їх густин ймовірностей, то перші кроки в цьому напрямку започатковані в [2], де розроблено метод гістограмного аналізу періодичних випадкових процесів.

В цій доповіді, ґрунтуючись на результатах робіт [1,2], розглянуто метод оцінки густин ймовірностей періодичних випадкових процесів та періодичних послідовностей, шляхом розкладу густин в скінчені ряди по ортогональних поліномах. Для періодичної випадкової послідовності із періодом L таких оцінок густин ймовірностей теж буде L , для періодичного процесу оцінки густин будуються для кожної із φ_i -серій.

Література.

1. Берегун В.С., Красильников О.І. Дослідження областей невід'ємності при ортогональних поданнях щільності ймовірностей // *Електроника и связь*. – 2010. – №3 (56). – С. 73-78.
2. Маєвський О.В., Приймак М.В., Щербак Л.М. Гістограмний аналіз періодичних випадкових процесів і його використання в прикладних дослідженнях // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах* – Технологічний університет Поділля (м. Хмельницький) – 2003. – №2(22). – С. 26-31.

ОЦІНКА ЗМІННОГО ПЕРІОДУ ТА ЗМІННОЇ ЧАСТОТИ СЕРЦЕБИТТЯ ПАЦІЄНТІВ У РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУПАХ

Одним із прикладів ритмічних сигналів із змінним періодом є електрокардіограми пацієнтів, отримані під час чи після фізичного навантаження, або дії іншого збудника. 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.

В [2] проводилися дослідження, метою яких було знаходження оцінки змінного періоду (що еквівалентно оцінці змінної частоти) серцебиття пацієнта після фізичного навантаження. В цій роботі подібні дослідження продовжено. Їх суть полягає в знаходженні оцінки змінного періоду (частоти) серцебиття після навантаження у пацієнтів, що належать до різних вікових груп. Було виокремлено такі групи: 7-14 років, 15-25, 26-40, 41-60, більше 61 року.

На рисунках, позначених через П1-П2 наведені графіки змінної частоти $f(t)$ та змінного періоду $T(t)$ пацієнтів (П1-пацієнт з групи 41-60 років, П2 – група 15-25 р.), а в таблиці 1 для кожного із них подані відповідні значення a, b, α, σ , час стабілізації пульсу $t_{стаб}$ (при $\varepsilon = 0.05$).

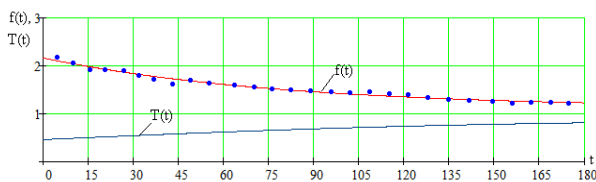


Рисунок П1

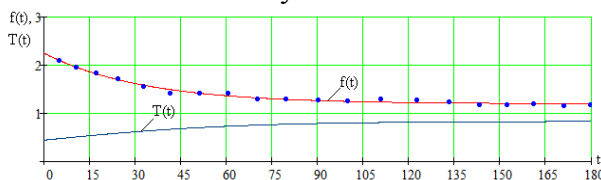


Рисунок П2

Таблиця 1. Значення $a, b, \alpha, \sigma, t_{стаб}$.

	П1	П2
a	1.117	1.237
b	1.047	1.371
α	0.012	0.036
σ	0.043	0.043
$t_{стаб}$	>180	99.85

Аналізуючи дані, отримані в результаті експерименту, відзначимо наступне. Для пацієнта П1 (старша вікова група) частота пульсу зросла менше, ніж для пацієнта П2 (молодша вікова група). Але при цьому для пацієнта П1 швидкість стабілізації значно менша, ніж для пацієнта П2. Ці та інші параметри, що розглядаються в доповіді пропонується використовувати як діагностичні ознаки в медичних обстеженнях.

Література.

1. Приймак М.В., Боднарчук І.О., Лупенко С.А. Умовно періодичні випадкові процеси із змінним періодом // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2005. – Т.10, №2 – С. 132-141.
2. Приймак М.В., Сарабун Р.О. Оцінка змінного періоду та змінної частоти функцій із змінним періодом // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій». Тернопіль – 2010. С. 303-304

УДК 519.217

М. Приймак, С. Прошин

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МАРКІВСЬКІ ПРОЦЕСИ ЯК МОДЕЛІ РЕАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ТА ЯВИЩ

Марківські випадкові процеси названі по імені видатного російського математика А.А. Маркова (1856-1922), що вперше почав вивчення ймовірнісного зв'язку випадкових величин. Пізніше А.М. Колмогоров сформулював загальне визначення і класифікацію та вивів основні рівняння теорії марківських процесів.

Завдяки порівняній простоті і зручності математичного апарату, що не потребує знання багатовимірних функцій розподілу, високій достовірності та точності результатів на сьогоднішній день марківські процеси та ланцюги знайшли широке застосування в багатьох галузях науки: інформаційних технологіях, економіці, енергетиці, радіоелектроніці, фізиці, генетиці, соціології та в багатьох інших. Марківські процеси використовуються в системах масового обслуговування, управління, прийняття оптимальних рішень, теорії надійності, задачах розпізнавання.

На сьогоднішній день в прикладних задачах використовуються різні підкласи марківських процесів. Наприклад, неперервні марківські процеси є основою слідкуючих систем автоматичного управління, прихована марківська модель знайшла використання для розпізнавання текстів та зображень, марківські моделі з поглинаючими станами застосовують для визначення часу безвідмовної роботи технічних засобів, однорідні ланцюги Маркова використовують для визначення впливу зовнішніх завад в системах передачі інформації.

Широкі можливості для вирішення багатьох завдань мають неоднорідні ланцюги Маркова. Серед них можна виділити керовані ланцюги Маркова та періодичні ланцюги Маркова.

Керовані ланцюги Маркова використовуються в теорії управління і прийняття рішень. Даний підклас є найпоширенішим, оскільки дозволяє досить зручно будувати стратегії розвитку систем різноманітного характеру, наприклад, в автоматизованих системах управління, при побудові економічних моделей роботи підприємств, для задач селекції та раціоналізації використання земельних ресурсів в аграрній галузі, є одним з ключових інструментів в математичній економіці, а саме в задачах стратегічного планування.

Щодо періодичних ланцюгів, то вони мають досить великий потенціал для застосування їх в якості математичної моделі вхідних потоків багатьох систем масового обслуговування, задачах прогнозу, проте математичний апарат для їх обробки на сьогоднішній день є ще не повністю дослідженим. В роботах [1,2] із періодичних ланцюгів було виділено елементи однорідності, на основі яких було розроблено метод оцінювання матриць переходів та досліджено їх властивості. Використання отриманих оцінок дозволяє вивчати реальні сигнали та явища адекватними моделями яких є періодичні ланцюги Маркова.

Література.

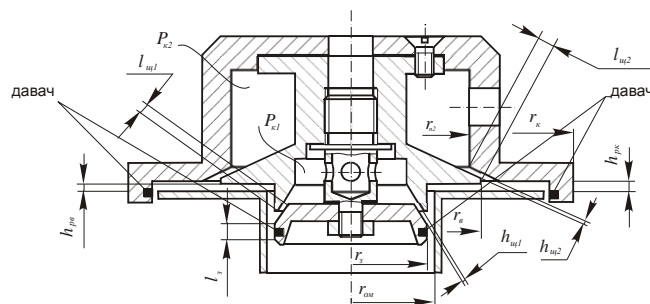
1. Елементи однорідності для періодичних ланцюгів Маркова / Приймак М., Прошин С. // Вісник ТДТУ. — 2009. — №2(14) — С. 114-123.
2. Оцінка матриць переходів періодичних ланцюгів Маркова / Приймак М.В., Прошин С.Ю. // Електротехніка та системи управління. – 2009. – №3(21) – С. 26 – 33.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ І ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ В БЕЗКОНТАКТНИХ СТРУМЕНЕВИХ ЗАХОПЛЮВАЧАХ

Для підвищення ефективності технологічного процесу необхідно скорочувати операційний час та час технологічного процесу в цілому. Такий підхід дозволяє зменшити собівартість готової продукції. Зменшення операційного часу технологічного процесу можна домогтися при суміщенні технологічних операцій і виконання їх одночасно, паралельно.

При суміщенні операцій міжопераційного транспортування, розвантаження і завантаження технологічного обладнання з операціями контролю можна досягнути значного скорочення загального часу виконання технологічного процесу на механообробному виробництві.

При використанні безконтактних струменевих захоплювачів їх можна, при мінімальній зміні конструкції, переобладнати пневмоелектронними вимірювальними елементами, і тоді, відповідно проводити одночасний контроль лінійних розмірів і транспортування заготовок.



Конструктивна схема струменевого двошцилінного захоплювача об'єктів типу "фланці"

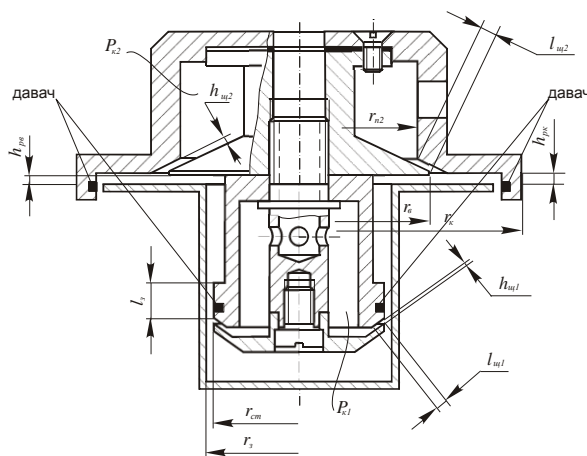


Рис. 1 Конструктивні схеми струменевих захоплювачів з функціями контролю

призначених для одночасного контролю внутрішнього та зовнішнього діаметрів.

Переобладнання проводиться за рахунок встановлення у відповідних позиціях динамічних давачів тиску. При зміні лінійних розмірів і, відповідно, розмірів зазору через який витікає повітря, тиск у ньому буде також змінюватись. Вимірюючи зміну тиску струменя в зазорах захоплювачів можна зробити висновки про лінійні розміри і форму заготовок.

Використовуючи різні типи струменевих безконтактних захоплювачів можна контролювати різні типи заготовок, - диски циліндри і т.п.. Контролю можуть підлягати такі параметри, - лінійні розміри заготовок (довжина, ширина, товщина), для тіл обертання, - діаметри (зовнішні і внутрішні), відхилення від форми кола, конусність циліндричних заготовок.

Конструктивні особливості безконтактних струменевих захоплювачів двошцилінних для об'єктів типу "фланці" та об'єктів з глухим отвором зображені на рис. 1.

Вказані місця розміщення давачів, призначених для одночасного контролю внутрішнього та зовнішнього діаметрів.

УДК 519.7; 681.5.

М. Савчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ VISSIM

Для визначення властивостей та характеристик проєктованих систем та технічних об'єктів, ще до їхнього виготовлення, уточнення їхньої структури і параметрів використовуються методи їх моделювання. Це дозволяє одержати проєкт працездатної системи, яку не прийдеться істотно допрацьовувати тоді, коли вона буде виготовлена. Таким чином, моделювання скорочує й здешевлює процес проєктування й реалізації систем і об'єктів.

Комп'ютерна моделююча системи в подальшому КМС VisSim призначена для побудови, дослідження й оптимізації віртуальних моделей фізичних і технічних об'єктів, у тому числі й систем керування. VisSim це аббревіатура виразу Visual Simulator - візуальним, сприйманим зором, середовище й засіб моделювання.

Система надає розробнику розвинений графічний інтерфейс, використовуючи який, дослідник створює модель із віртуальних елементів з деяким ступенем умовності так само, якби він будував реальну систему із справжніх елементів. Це дозволяє створювати, а потім досліджувати й оптимізувати моделі систем широкого діапазону складності.

При описі й наступній побудові моделі в середовищі VisSim немає необхідності записувати й вирішувати диференціальні рівняння, програма це зробить сама по запропонованій їй дослідником структурі системі й параметрах її елементів. Результати рішення виводяться в наочній графічній формі. Тому програмою можуть користуватися й ті, хто не має глибоких пізнань у математиці й програмуванні.

При використанні VisSim не потрібно володіти програмуванням на мовах високого рівня або асемблері. У той же час фахівці що володіють програмуванням, можуть створювати власні блоки, доповнюючи ними багату бібліотеку стандартних блоків VisSim'a.

Моделювання систем керування – далеко не все коло завдань, які можна вирішувати в VisSim. Наприклад, у цій програмі при бажанні можна розв'язувати диференціальні рівняння причому VisSim робить це значно ефективніше й швидше, ніж відома програма математичної спрямованості MathCAD. При порівнянні і більш високій продуктивності, ніж у програми Simulink, що входить у солідний програмний пакет MathLab, VisSim займає в сотні разів менше місця на жорсткому диску й в оперативній пам'яті.

Інтерфейс програми - це сукупність засобів, що дозволяють людині спілкуватися з нею:

- вводити й одержувати дані,
- контролювати хід виконання комп'ютером програми,
- подавати керуючі впливи на вхід й спостерігати реакцію на них програми.

З погляду дослідника інтерфейс програми VisSim являє собою інтерактивний віртуальний лабораторний стенд, що забезпечує побудову моделей з окремих блоків, запуск процесу моделювання, керування ним і контроль результатів. Мова та програмне середовище VisSim все ширше застосовується в розробці систем керування та цифрової обробки сигналів для моделювання електричних, гідравлічних, механічних, теплових процесів, а також для дизайну та економетриці.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ ОПІНІЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У WEB-ДОКУМЕНТАХ

Доповідь присвячена прикладним аспектам реалізації задач автоматизованого оцінювання опінії текстової інформації [1]. У доповіді розглянуто структурну схему процедури добування опінії текстової інформації з web-документів.

Задачі автоматизованого оцінювання опінії текстової інформації поділяють на три основні категорії: оцінювання на рівні документів, на рівні речень та на рівні ознак.

Добування опінії текстової інформації проходить в декілька етапів. Маючи web-документ, потрібно виокремити з нього коментарі споживачів, що забезпечується html-парсером, котрий видаляє html теги з web-документу та формує чистий текст коментаря. Після виокремлення, коментар проходить через POS-парсер (POS – part of speech tagging), який розподіляє речення на частини мови. POS-парсер формує XML-документ, в якому кожному слову, відповідно до частини мови, присвоюється окремий тег. Аналіз контексту речення відбувається на основі бази даних, в котрій прописані слова з їх позитивними та негативними значеннями.



Рис 1. Структурна схема процедури добування опінії текстової інформації з web-документів

Щодо добування опінії на рівні документів – ця задача реалізовується як наслідок добування та оцінювання опінії на рівні речень, шляхом зведення інтегрального показника оцінених речень.

У доповіді детільніше звернено увагу на задачі оцінювання опінії текстової інформації на рівні речень. На цьому етапі потрібно ідентифікувати суб'єктивне речення та класифікувати його емоційне забарвлення. Суб'єктивним реченням вважається таке речення, що містить опінію про даний об'єкт.

На даний час реалізовано html-парсер та POS-парсер, ведеться робота над аналізом контексту словосполучень. Добування опінії текстової інформації на рівні ознак [2] варто реалізовувати після того, як буде проведено аналіз контексту словосполучень. Вивід результату здійснюється у вигляді порівняльних діаграм та у вигляді загальної інтегральної оцінки опінії.

Література.

1. Хомів Б. А. Задачі оцінювання опінії текстової інформації у web-документах / Б.А. Хомів, С.А. Лупенко, О.А. Пастух / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», Тернопіль, 19 – 21 трав. 2010 р. – Тернопіль: ТНТУ. – С. 324-325.

2. Liu B. Opinion Observer: Analyzing and Comparing Opinions on the Web / B. Liu, M. Hu, J. Cheng / To appear in Proceedings of the 14th international World Wide Web conference (WWW-2005), Japan, May 10-14, 2005, pages 342-351.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ МЕТОДОМ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЇ

Як відомо, функціональний стан будь-якого органу або ділянки тіла людини тісно зв'язаний зі станом судинного руслу, його здатністю забезпечувати гемодинамічні потреби даного органу. З метою діагностики характеру, ступеня важкості ураження судинної системи, на сьогодні застосовують різні інструментальні методи дослідження, серед яких важливе місце займає фотоплетизмографія (ФПГ). Фотоплетизмографія (від грец. *photos* – світло, *plethyein* – наповнювати, *graphein* – записувати) – неінвазивний метод діагностики функціонального стану живих тканин організму за показниками кровонаповнення, що ґрунтується на реєстрації у часі ритмічних змін оптичної густини тканин, обумовлених серцевими скороченнями.

На рис. 1 наведено структурну схему розробленої автором автоматизованої інформаційної системи для здійснення діагностики на основі реєстрації та аналізу фотоплетизмограм.

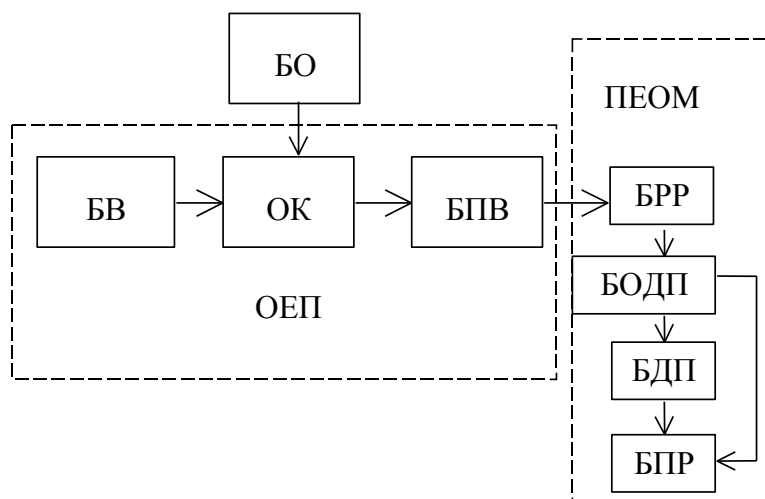


Рис. 1. Структурна схема системи для діагностики за ФПГ

Елементами діагностичної системи є:

БО - біологічний об'єкт;

ОЕП - оптоелектронний перетворювач, до складу якого входять:

БВ - блок випромінювання;

ОК - оптичний канал;

БПВ - блок прийому випромінювання;

ПЕОМ - персональна ЕОМ, засобами якої реалізовано:

БРР - блок реєстрації реалізацій;

БОДП - блок оцінки діагностичних параметрів;

БДП - блок формування діагностичних просторів;

БПР - блок прийняття рішення.

У доповіді буде проведено аналіз функціонування розробленої системи з точки зору забезпечення необхідного рівня точності вимірювань та достовірності діагностичних рішень.

Секція: ІМОВІРНІСНІ МОДЕЛІ БІОФІЗИЧНИХ СИГНАЛІВ І ПОЛІВ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЇХ ІДЕНТИФІКАЦІЙ

Керівники: доц. Б. Яворський

Секретар: асист. М. Хвостівський

УДК 510.5

О. Гавришко, Г. Шадріна

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАТАЛОГІЙ МОЗКУ

Електроенцефалографія (ЕЕГ) - метод реєстрації електричної активності головного мозку через поверхню шкіри голови, що дозволяє судити про його фізичну зрілість, функціональний стан, наявність запальних процесів, загально мозкових відхилень і їх характер.

Метод ЕЕГ перспективний і результативний для діагностики психічних захворювань. ЕЕГ є складовою частиною об'єктивного оцінювання перебігу хвороби. Застосування математичних методів аналізу ЕЕГ і впровадження їх в практику дозволяє автоматизувати і спростити роботу нейрофізіологів.

При обробці електроенцефалосигналу в комп'ютерному енцефалографічному комплексі, здійснюють аналіз основних діапазонів (альфа-, бета-, гамма-, тета-) електроенцефалограми [1]. У цьому напрямі працюють такі фірми, як Ультрамед (Росія), Нейрософт (Росія), GRASS TECHNOLOGIES (США), ATES MEDICA DEVICE S.R.L. (Італія). Алгоритми, які зазвичай використовують, базуються на перетворенні Фур'є або на адаптованому для спектрального аналізу перетворенні Berg.

Ці алгоритми ефективні лише для випадків, коли відсутні вимоги до швидкодії опрацювання сигналу. В електроенцефалографії, для аналізу використовують записи даних тривалістю кілька десятків секунд, а інколи кілька хвилин, вони не завжди можуть задовольнити потреби користувача і потребуватимуть потужних і дорогих обчислювальних ресурсів. Тому виникає необхідність розробки більш швидкісного методу аналізу сигналу.

Враховуючи вищесказане, для аналізу електроенцефалографічного сигналу запропоновано алгоритм на базі дискретного перетворення Фур'є з проріджуванням по часі. Оскільки частоту дискретизації для ЕЕГ не рекомендується вибирати меншою, ніж 200 Гц, а діапазон частот в межах від 1 до 25 Гц (верхня частота низькочастотного бета-діапазону), то можна виконати проріджування дискретного ЕЕГ сигналу по часі і використати для аналізу кожен четверту точку. Це рівносильно тому, що частота дискретизації зменшиться до 50 Гц. Згідно теореми Котельникова-Шеннона при такій частоті дискретизації без спотворення буде передана верхня смуга шириною 25 Гц [2], яка є найбільш інформативною при аналізі електроенцефалограми.

Література:

1. Сахаров В.Л. Методы и средства анализа медико-биологической информации: Учебное пособие.- Таганрог:Издательство ТРТУ, 2001. 70с.
2. Павлова О.Н., Павлов А.Н. Регистрация и предварительная обработка сигналов с помощью измерительного комплекса – Саратов: научная книга, 2008.-80с.

ВИКОРИСТАННЯ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДНОСТІ СИНФАЗНОГО АЛГОРИТМУ ОПРАЦЮВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ В СИСТЕМАХ ГОЛТЕРІВСЬКОГО МОНІТОРИНГУ

Для розроблення алгоритму синфазного опрацювання електрокардіосигналів (ЕКС) в системах голтерівського моніторингу (СГМ) як кусково-періодично корельованих випадкових послідовностей (Драган Я.П., Хвостівський М.О., Дедів Л.Є) використано алгебру алгоритмів Овсяка В.К. [1], яка, на відміну від вербального та блок-схемного описів, забезпечує точний опис, мінімізацію за кількістю дій (унітермів) та дослідження алгоритмів. Використовуючи знаки операцій (секвентування ($\overline{\quad}$) - описує послідовностей дій, елімінування ($\overline{\quad}$) - описує розгалуження, циклічне секвентування ($\overline{\quad}$) - описує цикли) та властивості алгебри алгоритмів розроблено формулу алгоритму опрацювання ЕКС синфазним методом:

$$\begin{array}{l}
 \xi(i) \\
 ; \\
 NT \\
 ; \\
 \overline{\alpha(m \leq M)} \\
 \overline{\alpha(n \leq NT)} \\
 \overline{\alpha(u \leq Nu)} ; \\
 \overline{\alpha(k1 \leq (N_k - 1))} ; c_{(n \leq NT)} ; (u \leq Nu) \text{ - ?} \\
 \overline{b_m(n, u) = \quad ; c_{(u \leq Nu)} ; (k1 \leq (N_k - 1)) \text{ - ?}} \\
 \overline{= b_m(n, u) +} \\
 \overline{+ \xi_m(n + k1 * NT + T_m) *} \\
 \overline{* \xi_m(n + (k1 + u) * NT + T_m)} \\
 ; \\
 \overline{c_{(k1 \leq (N_k - 1))}} \\
 ; \\
 \overline{mean(|B_k(m, n)| / N_u)} \\
 ; \\
 \overline{(m \leq M) \text{ - ?}} \\
 \overline{b_m(n, u) = b_m(n, u) / N_k ; (n \leq NT) \text{ - ?}} \\
 ; \\
 \overline{\alpha(k \leq K)} \\
 \overline{\alpha(n \leq NT)} ; |B_k(m, n)| / N_u ; (k \leq K) \text{ - ?} \\
 \overline{\alpha(u \leq Nu)} ; c_{(k \leq K)} ; (n \leq NT) \text{ - ?} \\
 \overline{B_{k+1}(m, n) = B_{k+1}(n) + c_{(n \leq NT)} ; (u \leq Nu) \text{ - ?}} \\
 \overline{+ b_m(n, u) *} \\
 \overline{* exp(-j2\pi k u / NT)} \\
 ; \\
 \overline{c_{(u \leq Nu)}}
 \end{array} \quad (1)$$

де $u \in \overline{u_0; u_1; u_2; \dots; Nu}$, $i \in \overline{1; 2; 3; \dots; N}$, $k1 \in \overline{0; 1; 2; \dots; Nk-1}$, $k \in \overline{0; 1; 2; \dots; K}$,

$n \in \overline{1; 2; 3; \dots; NT}$, $m \in \overline{1; 2; 3; \dots; M}$, M – кількість стадій ЕКС; T_m – тривалість m -ої стадії; K – кількість компонент; N_k – кількість періодів; NT – дискретна довжина періоду; N_u – максимальна довжина зсуву; $\xi(i)$ – реалізація 24-го запису ЕКС.

Розроблена формула алгоритму опрацювання ЕКС (1) в СГМ дала змогу оптимізувати складність алгоритму за мінімальну кількість операцій та розробити програмне забезпечення для оцінювання характеристик ЕКС з метою виявлення нових в області кардіології інформативних ознак на основі математичної моделі у вигляді кусково-періодично корельованої випадкової послідовності із дискретним часом.

Література.

1. Овсяк В. Синтез і дослідження алгоритмів комп'ютерних систем / В. Овсяк, В. Бритковський, О. Овсяк, Ю. Овсяк – Львів: УАД, 2004. – 276 с.

ТЕСТОВА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РИТМОКАРДІОСИГНАЛУ З ПЕРЕХІДНИМ ПРОЦЕСОМ ПРИ ЗАСИНАННІ ЛЮДИНИ

Для верифікації засобів оцінювання характеристик нестационарного ритмокардіосигналу (РКС) застосовують імітаційні тестові сигнали, які являють собою періодично-корельовані випадкові послідовності (ПКВП) [1]. Однією з простих моделей ПКВП, яка знайшла широке застосування при побудові таких тестових сигналів є білий шум з математичним сподіванням рівним нулю та періодичною дисперсією:

$$\xi_{RR}(n) = \eta(n), \quad E\{\eta\} = 0, \quad \sigma_{\eta}^2 = 1 + \sin(\bullet) \quad (1)$$

Для моделювання коротких нестационарних РКС модель (1) є цілком достатньою. Проте для моделювання добових РКС, які відображають зміни в функціональному стані людини при довготривалому моніторингу необхідно внести деякі доповнення, які б давали можливість будувати тестові РКС з перехідними процесами.

Для побудови тестового імітаційного РКС при довготривалому моніторингу нами застосовано модель ПКВП з ненулевим математичним сподіванням та модульованим білим шумом [2]:

$$\xi_{RR}(n) = \frac{60}{P} + D \sin\left(\frac{2\pi n B}{P}\right) W(n) \quad (2)$$

де P – частота серцевих скорочень (уд./хв.), B – частота дихання (вдох/хв.), D – амплітуда дихальних хвиль, $W(n)$ – білий шум.

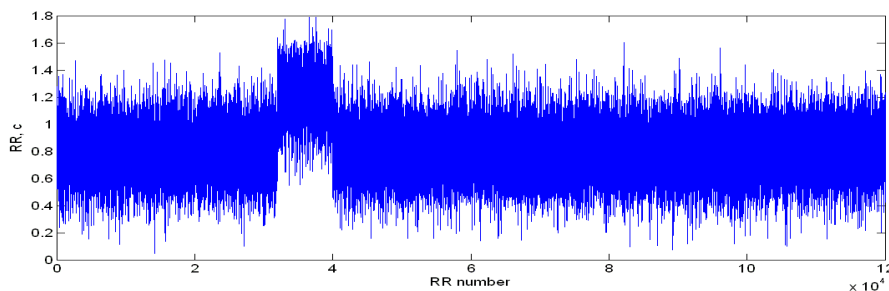


Рис. 1. Тестова імітаційна модель ритмокардіосигналу з дихальною варіабельністю ритму та перехідним процесом при засинанні

За формулою (2) отримано нестационарні тестові РКС з перехідним процесом при засинанні людини, які можуть бути застосовані для верифікації засобів оцінювання характеристик серцевого ритму в системах автоматичного контролю функціонального стану (засинання зокрема) водіїв, диспетчерів та операторів тощо.

Література.

1. Драган Я.П., Яворський Б.І., Яворська Є.Б. Концепції і принципи побудови моделей для означення метрологічних характеристик ритміки кардіосигналів // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: Зб. наук. пр. № 443, Радіоелектроніка та телекомунікації. — Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2002. — С. 200-205.

2. Jerome Antoni. Cyclic spectral analysis in practice. // Mechanical Systems and Signal Processing, 21, 2007. — P.: 597-630.

УДК 621.386

Р. Карпюк, М.Бачинський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АНАЛОГОВОЇ ТА ЦИФРОВОЇ РЕНТГЕНОГРАФІЇ

В процесі діагностики рентгенологія займає одне з провідних місць. При чому, в основу достовірної діагностики покладені наступні принципи: висока якість і інформативність рентгенівського зображення. Традиційно вважається, що користь від отриманої діагностичної інформації перевищує шкоду, яка наноситься організму людини X-променями. На думку провідних фахівців в області рентгенівської скіалогії, ідеальне зображення створити неможливо, а ось поліпшити якість зображення за допомогою технічних засобів необхідно.

У традиційному (аналоговому) рентгенівському зображенні просторова роздільна здатність визначається розміром зерна люмінофора або рентгенівської плівки. Просторова роздільна здатність рентгенівської плівки складає до 10 пар ліній на міліметр (20 лін/мм). При системі екран-плівка просторова роздільна здатність системи обмежується роздільною здатністю екрану, що в реальних випадках не перевищує 10 лін/мм. Для зображення слабконтрастних об'єктів вирішальним чинником є роздільна здатність по контрастності. Контрастність сучасних рентгенівських плівок досягає 4096 градацій сірого.

В цифровому зображенні просторова роздільна здатність визначається величиною окремого пікселя, що залежить від розмірів детектора матриці зображення. При прямій цифровій рентгенографії в даний час можливе використання матриці з розширенням від 0,7 до 5-6 пар лін/мм. Роздільна здатність по контрастності визначається числом біт на піксель. Високороздільні системи для цифрової рентгеноскопії вимагають 10 біт на піксель, що відповідає 1024 градаціям сірого. Сучасні системи цифрової рентгенографії працюють з 12 або навіть 14 бітами на піксель (відповідно 4096 і 16384 градацій сірого), що перевищує показники аналогових систем.

До недоліків аналогової рентгенографії також слід віднести низьку квантову ефективність і малий діапазон яскравості зображення. Низькі квантові показники рентгенівської плівки вимагають застосування великих експозиційних доз при отриманні рентгенограм. Це у свою чергу веде до підвищеного радіаційного опромінювання пацієнта. Цей недолік може бути усунений за допомогою цифрової обробки зображення, яка дозволяє усунути різноманітні завади, що виникають при проведенні знімка (пов'язані з руховою та дихальною активністю пацієнта, вуаль, низька контрастність при зйомці на низьких анодних напругах).

Таким чином, не дивлячись на те, що цифрове зображення поступається аналоговому по просторовій роздільній здатності, воно має ряд істотних переваг. Головними перевагами є хороша контрастна роздільна здатність у великому динамічному діапазоні. Обробка цифрового зображення з високою роздільною здатністю по контрасту багато в чому розширює його діагностичну значущість та дозволяє вивчати як слабоконтрастні, так і висококонтрастні об'єкти на одному знімку. Серед інших переваг цифрового зображення слід зазначити можливість його програмної обробки з використанням математичних моделей, зручна архівація і можливість передачі на будь-яку відстань.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГОЛОСНОГО ЗВУКУ ЛЮДИНИ ДЛЯ ЗАДАЧІ ДІАГНОСТУВАННЯ ФОНАСТЕНІЇ

Проблема вчасного діагностування раптового пошкодження голосу особливо важлива для людей голосо-мовних професій: лекторів, вчителів, тощо. Постійні ненормовані навантаження на голос викликають насамперед пошкодження голосових зв'язок та ускладнення змикання голосової щілини, а в подальшому – дисфонію, афонію та втрату працездатності. Найбільш загальні симптоми порушення голосу: хриплість, зміна частоти основного тону, гучності, біль і дискомфорт при фонації [1]. Для неінвазивної оцінки стану голосових зв'язок використовують акустичну оцінку записів голосових сигналів пацієнтів. Акустична оцінка голосу включає оцінку варіації частоти основного тону, яка характеризує коливання лише голосових зв'язок та адекватно відображає їхній стан навіть на початковій стадії захворювання [2]. Для виділення частоти основного тону найкраще підходять записи голосних звуків, оскільки в їх утворенні беруть участь лише голосові зв'язки без джерела шуму [3].

Для виділення коливань голосових зв'язок із голосного звуку людини потрібна адекватна математична модель цих звуків. Більшість систем для акустичної оцінки записів пацієнтів використовують стаціонарну модель голосних звуків людини, проте адекватною математичною моделлю, що враховує випадковість та повторюваність голосних звуків є ПКВП [4]. Частинним випадком ПКВП є стаціонарний випадковий процес, оскільки усереднена коваріація ПКВП має всі властивості стаціонарного процесу, в тому числі – спектральний розклад потужності [5]. Оскільки, існуючий метод оцінювання варіації частоти основного тону, який базується на стаціонарній моделі, потребує переходу в спектральну область для виділення діапазону коливань голосових зв'язок ($F_0 \pm F_0/2$) [6] та їхньої подальшої обробки, то цей метод адекватний також для моделі ПКВП. Тому, використання методу оцінювання варіації частоти основного тону можливе і в рамках моделі ПКВП. Крім того, розгляд коливань голосних звуків як ПКВП дає змогу застосовувати і інші методи аналізу коливань голосових зв'язок, такі як синфазний, компонентний та фільтровий.

Література.

1. Фомина М.В. Профилактика и лечение нарушений голоса у лиц голосоречевых профессий. Методические указания/Фомина М.В.– Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004.–19 с.
2. Objective assesment of hoarseness by measuring jitter / T.M. Jones, M. Trabold, F. Plante et al // Clin Otolaryngol Allied Sci., 2001. – Vol. 26 (1). – pp. 29-32.
3. Фант Гунер. Акустическая теория речеобразования : пер. с англ. / Гунер Фант ; [под ред. Григорьева В. С.]. – М. : Наука, 1964. – 284 с.
4. Шадріна Г.М. Математична модель мовного сигналу для біотехнічної системи реабілітації функції мовного апарату : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 01.05.02 „Математичне моделювання та обчислювальні методи” / Г.М. Шадріна; Терноп. держ. техн. ун-т ім. І.Пулюя. — Т., 2001. — 20 с. — укр.
5. Драган Я. П. Ритмика морского волнения и подводные акустические сигналы / Я.П. Драган, И.М. Яворский. – К.: Наукова думка, 1982. – 246 с.
6. Jan G. Švec. A subharmonic vibratory pattern in normal vocal folds / Jan G. Švec, Harm K. Shuttle, Donald G. Miller // Journal of speech and hearing research, 1996. – Vol. 39. – pp. 135-143.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НЕЗАЛЕЖНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ МАТЕРІ І ПЛОДУ

Несприятливий вплив перинатальної гіпоксії проявляється розвитком гемодинамічних та метаболічних порушень у міокарді. Одним із провідних патофізіологічних механізмів розвитку аритмій у періоді новонародженості є порушення нейрогенної регуляції серцевого ритму, що приводить до електричної нестабільності міокарда. Зміни показників вегетативної регуляції серцевої діяльності в немовлят, які перенесли перинатальну гіпоксію, свідчать про підвищення тону симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Можливим етіопатогенетичним фактором гіперсимпатикотонії є перенесений анти- та інтранатальний стрес. Тому важливою є задача удосконалення існуючих та розроблення нових методів розділення електрокардіосигналів внутріутробного плоду (ЕКСП) та електрокардіосигналів матері (ЕКСМ) для вчасного діагностування порушень серцевої діяльності плоду.

Відповідно до векторної моделі активності серця за Бергера і Ван Мілана [1] біоелектрична активність серця на деякій віддалі від нього може бути в першому наближенні представлена як поле тривимірного диполя з фіксованим просторовим положенням та змінною в часі амплітудою і орієнтацією. Це означає, що сигнал ЕКСМ, вимірний в будь-якій точці на тілі матері, може бути представлений як лінійна суперпозиція трьох ортогональних сигналів – підпростір джерел ЕКСМ.

Таким чином, для будь-якого моменту часу вектор джерел сигналу можна визначити як $s = [s_1, s_2 \dots s_q]$, де q – кількість незалежних джерел сигналів, які реєструють на поверхні тіла матері. Для p пар електродів, розміщеними на поверхні тіла матері можна записати вектор спостереження $x = [x_1, x_2, \dots x_p]$. Припустивши, що спостерігаємо p лінійних сумішей $x_j = a_{j1}s_1 + a_{j2}s_2 + \dots + a_{jp}s_p$, $j = 1, q$ або у вектор-матричній формі $x = As$ [1]. У цих виразах точно відомим є тільки вектор спостереження x . Матриця A , яка містить коефіцієнти a_{ji} , з якими сигнал кожного із джерел входить у вектор спостереження, називається змішуючою матрицею. Величини коефіцієнтів матриці A невідомі, оскільки невідома модель поширення сигналу від джерел до приймачів. Невідомий також вид сигналів окремих джерел s , оскільки вони не можуть спостерігатися безпосередньо, і доступні нам лише у вигляді суміші. Задачею системи сприйняття інформації в даній спрощеній структурі є лінійно перетворити суміші x за допомогою матриці фільтрів W так, щоб у результаті отримати вектор $u = Wx$, який дасть змогу відновити джерела s (можливо у іншому порядку та масштабі). Вихідна точка для методу незалежних компонент – найпростіше припущення, що компоненти s_i є статистично незалежними. Так само необхідно припустити, що незалежна компонента має мати негаусівський розподіл. Проте в вихідній моделі ці розподіли не вважаються відомими. Для спрощення, також припускаємо, що невідома змішуюча матриця – квадратна, але це припущення може інколи послаблюватися.

На основі методу незалежних компонент удосконалено алгоритм максимізації взаємної інформації для розділення сумішей ЕКСМ та ЕКСП [1].

Література.

1. Створення методів параметричної ідентифікації математичних моделей ЕКСП, ЕКСМ, їх суміші, артефактів та відповідних серцевих ритмів і оцінювання їх параметрів: Звіт про НДР (проміжний) / ТДТУ імені Івана Пулюя. – ДП160-09; № ДР 0109U002301. – Тернопіль, 2009. – 31 с.

ПРОТОТИП ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ ЦНС ТА ПНС

Поганий контроль за якісним зберіганням матеріалів, сміття, що утворюється в результаті застосування сучасних технологій та від життєдіяльності людини, є причиною нейротоксикації організму. Для оцінювання ризиків та впливу їх на функціональний стан людини необхідні відповідні прилади та системи. Міжнародною групою експертів для окремих хімічних речовин рекомендовано використання з цією метою електрофізіологічних методів медичних досліджень, зокрема, електроретинографії – реєстрації електроретиносигналу, викликаного світловим подразненням сітківки ока.

Призначення прототипу електроретинографічної експертної системи (ЕРГЕС) — вирішення вузького кола завдань:

а) демонстрація придатності ЕРГЕС для виявлення та ідентифікації типу наночастинок (НЧ), визначення дози НЧ у периферійній нервовій системі/центральної нервовій системі (ПНС/ЦНС);

б) визначення достовірності виявлення, ідентифікації НЧ, значення дози;

в) контроль за правильністю стратегій міркування дослідника;

г) залучення дослідника до процесів навчання та експлуатації ЕРГЕС.

До експертних систем ставляться наступні вимоги:

1) використання знань пов'язано з конкретною предметною галуззю;

2) отримання знань від експерта;

3) визначення реального й досить складного завдання;

4) наділення системи здатностями експерта.

На початковому етапі побудови електроретинографічної експертної системи (ЕРГЕС) будується її прототип — складається план розробки ЕРГЕС, визначаються: потрібні технічні ресурси; джерела знань (стандарты, книги, методики тощо); наявність аналогічних експертних систем; мета (автоматизація рутинних дій, підвищення точнісних характеристик). На цьому ж етапі виконується витяг знань (відомостей про застосування ЕРГ-досліджень до вивчення нейротоксикації і методи ухвалення рішень), визначається структура знань (про НЧ токсикацію ЦНС/ПНС), що необхідно для роботи майбутньої експертної системи (ЕС) з використанням різних засобів: аналізу текстів, діалогів, лекцій, дискусій, інтерв'ю, результатів ЕРГ-експерименту й інші.

Представлення ЕРС у просторі змінних його станів уможливило побудову системи досліджень нейротоксикацій НЧ організму людини, зокрема, до:

а) перевірки на зручність і адекватність інтерфейсів вводу - виводу, визначення ефективності стратегії оцінювання параметрів електроретинограми, якості перевірочних прикладів, коректності бази знань, виявлення помилок в обраному підході, виявлення помилок у реалізації прототипу, а також вироблення рекомендацій з доведення системи до промислового варіанту.

б) верифікації ЕРГЕС її експериментальною експлуатацією. Перевіряється придатність експертної системи для кінцевих користувачів. За результатами цього етапу може визначатися істотність модифікації експертної системи.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ КОРЕЛЬОВАНОСТІ ВОКАЛІЗОВАНИХ ФРИКАТИВНИХ ЗВУКІВ

У праці [1] обґрунтовано математичну модель вокалізованих фрикативних звуків у вигляді періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП). Застосування методів статистичного аналізу ПКВП – синфазного, компонентного, передбачає апріорне знання періоду корельованості (ПК). У випадку голосового сигналу не існує прямих методів визначення ПК за реалізацією сигналу. Однак, зрозуміло, що ПК буде близьким до періоду основного тону (ПОТ). Тому за його початкове значення доцільно використати значення ПОТ і задача пошуку ПК зведеться до задачі визначення ПОТ.

Найпростішим методом знаходження ПОТ є метод, що ґрунтується на аналізі часової структури голосового сигналу [2]. Відстань між максимумами амплітуди сигналу приймається за значення ПОТ. Також, відомим є кепстральний метод обчислення основного тону [2]. Розміщення максимуму в кепстрі вокалізованого фрикативного звуку в діапазоні від 2 мс до 20 мс визначає період аналізованого сигналу.

Найпоширенішим методом знаходження ПОТ є автокореляційний [2]. Початкова оцінка ПОТ визначається місцезнаходженням максимального значення функції автокореляції в межах визначеного інтервалу.

$$y(t) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t)x(t-\tau) d\tau \quad (1)$$

де τ – пробний період;

T – інтервал оцінювання .

Однак відомо, що на точність обчислення ПОТ за автокореляційною функцією можуть впливати обертони, присутні в сигналі, та гармоніки з вищою амплітудою. Для вирішення проблеми пропонується обчислити розподіл спектральної густини потужності сигналу за частотами, що дасть можливість виділити частоти основного тону, що є оберненою до ПОТ, і обертонів.

Оскільки ПОТ є змінним для різних дикторів та різних реалізацій сигналу одного диктора, обчислення ПК описаним вище методом необхідно проводити для кожної реалізації сигналу. При необхідності, для уточнення значення ПК, пропонується використати метод максимуму функції варіації статистичних характеристик, що описаний в праці [3] для випадку голосних звуків.

Література.

1. Драган Я. Стохастична модель фрикативних звуків для задач корекції вимови / Я. Драган, В. Дозорський // VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція “Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об’єктів”. Тези наукових доповідей. – Кременчук : КДУ імені Михайла острогоградського, 2009. – 340 с.

2. Рабинер Лоренс. Цифровая обработка речевых сигналов : пер. с англ. / Л. Рабинер, Р. Шафер ; [под ред. М. В. Назарова, Ю. Н. Прохорова]. – М. : Радио и связь, 1981. – 496 с.

3. Чорна Леся Богданівна. Стохастична модель голосового сигналу для задачі діагностики ритміки серця людини : дис. ... канд. техн. наук : 01.05.02 / Чорна Леся Богданівна / Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. – Т., 1999. – 162 с. - Бібліогр. : с. 149-161.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ КОРЕЛЬОВАНOSTI ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ

Одним із досліджуваних параметрів діяльності серцево-судинної системи є частота серцевих скорочень (ЧСС). Одним із методів визначення ЧСС є виявлення R-зубців зареєстрованого електрокардіосигналу (ЕКС) та визначення тривалостей R-R інтервалів з наступним їх усередненням на заданому відрізку часу (В. В. Парін, Р. М. Баєвський, М. Д. Вентцель, Т. Ф. Міронова). Виявлення R-зубців ускладнюється наявністю завад у ЕКС (рис. 1, а), що призводить до ускладнення алгоритму виявлення та збільшення кількості обчислень.

В роботах (Я. П. Драган, Л.Б.Чорна, Є. Б. Яворська, Г. М. Осухівська) запропоновано використання ПКВП як математичної моделі ЕКС. При цьому необхідно визначити період корельованості T_{corr} на заданому відрізку часу, що в медичному розумінні і є ЧСС та виражається наступною залежністю:

$$ЧСС = T_{corr} * 60, \text{ скор./хв.} \quad (1)$$

Для цього реалізація ЕКС піддається попередній обробці із застосуванням вікна (Кайзера, Чебишева, Бартлета тощо) та фільтра високих частот із частотою зрізу 0,5 Гц, після чого визначається спектральна густина потужності (СГП) опрацьованого сигналу. У результаті ряду експериментів (змінювались тривалість реалізації, тип вікна, частота дискретизації) було встановлено, що найбільш стійкими є перші три максимуми СГП — fk_1, fk_2, fk_3 (рис. 1, б). Визначення T_{corr} виконувалось за такою формулою:

$$T_{corr} = (fk_1 + fk_2/2 + fk_3/3)/3 \quad (2)$$

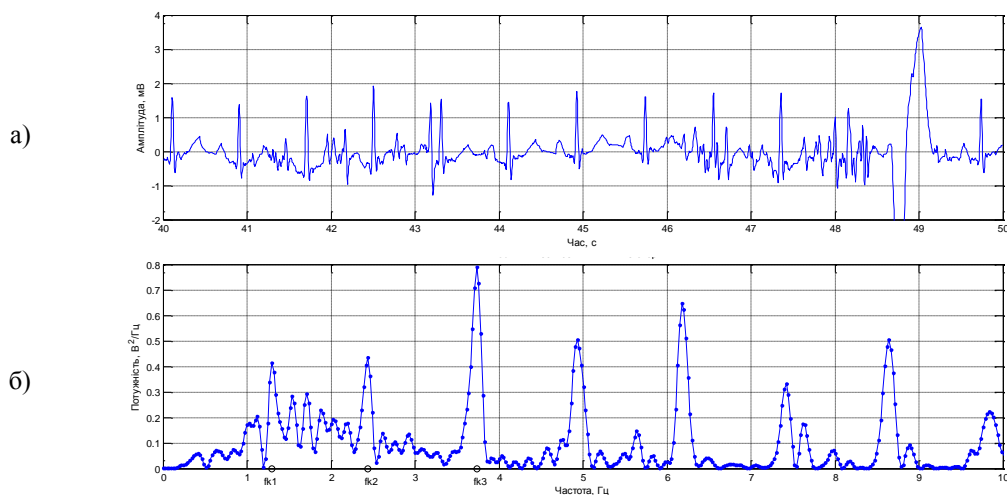


Рис. 1. Визначення T_{corr} на прикладі реалізації ЕКС тривалістю 10 с, отриманого з бази даних системи голтерівського моніторингу CardioSens+:

(а) — реалізація ЕКС, частота дискретизації $f_s = 200$ Гц;

(б) — спектральна густина потужності ЕКС, $T_{corr} = 1,253$ с, ЧСС = 75 скор./хв.

Запропонований метод визначення не містить складних обчислень і може бути реалізованим за допомогою сучасних сигнальних мікропроцесорів у портативних електрокардіографічних пристроях.

УДК 519.876

Ю. Промович, М. Грушевець, О. Гевко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

РОЗРОБКА ЛІНІЙНО-ІТЕРАЦІЙНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНІЙ ТОМОГРАФІЇ

Електроімпедансна томографія – неінвазивний метод дослідження внутрішньої будови слабоструктурованих середовищ шляхом отримання зображень їх плоских зрізів, елементи яких розпізнаються за питомою провідністю. Отримане зображення часто є низької якості (характеризується малою роздільною здатністю). Для отримання якісних зображень потрібно вдосконалювати як програмне, так і апаратне забезпечення методу. Зокрема, потрібно приділити увагу розробленню нових алгоритмів реконструкції.

Алгоритми реконструкції томографічного зображення поділяються на алгоритми з використанням інтегральних перетворень та алгоритми з використанням розкладу в ряд. До перших відносять алгоритми зворотного проектування (алгоритми з фільтрацією згортки, з фільтрацією Фур'є, з радонівською фільтрацією) та алгоритми двомірного перетворення Фур'є. Другі - на ітераційні та неітераційні. Ітераційні алгоритми передбачають використання алгебраїчного методу реконструкції томограми, методу одночасного ітераційного відновлення, ітераційний метод найменших квадратів, мультиплікативний алгоритм алгебраїчної реконструкції [1].

Основними методами, які використовуються для отримання зображень в електроімпедансній томографії, є лінійні та ітераційні методи.

Лінійні алгоритми реконструкції ґрунтуються на інтегральних перетвореннях, а ітераційні – на розв'язуванні зворотних задач реконструкції із застосуванням чисельних методів (метод найменших квадратів, метод Ньютона, метод простих ітерацій та ін.).

Ітераційні алгоритми є часто незбіжні і вимагають значних, порівняно з лінійними алгоритмами, обчислювальних ресурсів. Їх перевагою є те, що вони дають можливість вводити апріорну інформацію. Переваги алгоритмів із використанням інтегральних перетворень – швидкодія та отримання зображень кращої якості [2]. Метою даної роботи є синтез структури алгоритму в якому поєднані переваги як лінійних, так і ітераційних алгоритмів реконструкції томографічних зображень розподілу електричного імпедансу в досліджуваному об'єкті.

Лінійно-ітераційний алгоритм реконструкції плануємо будувати з використанням методу зворотного проектування вздовж ліній максимальної густини електричного струму [3]. Метод передбачає поетапне отримання реконструйованого зображення та дає можливість працювати з апріорними даними, які можуть бути уточнені по завершенні реконструкції.

Література.

1. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии: пер. с англ. М.: Мир, 1990.
2. Троицкий И.Н. Статистическая теория томографии - М.: Радио и связь, 1989. - 240 с.
3. Яворський Б.І. Метод реконструкції зображень в електроімпедансній томографії / Б.І. Яворський, Ю.Б. Промович // Вісник ТДТУ ім. І. Пулюя. — Том 14, №1. — 2009. — С.154-161.

КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ КОМПОНЕНТ СИГНАЛІВ ДИХАЛЬНИХ ШУМІВ

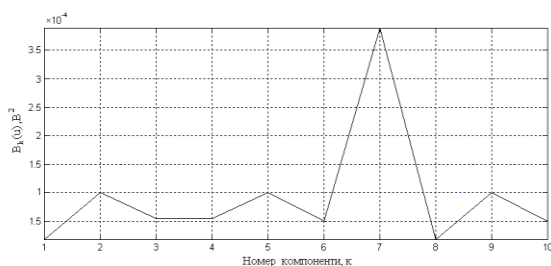
Застосування синфазного методу до опрацювання сигналів дихальних шумів (СДШ) як періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП) [1] дає змогу розширити можливості діагностики функціонального стану дихальної системи людини шляхом впровадження нового класу інформативно-інваріантних ознак – спектральних компонент $\hat{B}_k(u)$.

В якості критерію оцінювання спектральних компонент $\hat{B}_k(u)$ використано оцінку математичного сподівання (усереднення по часових зсувах u):

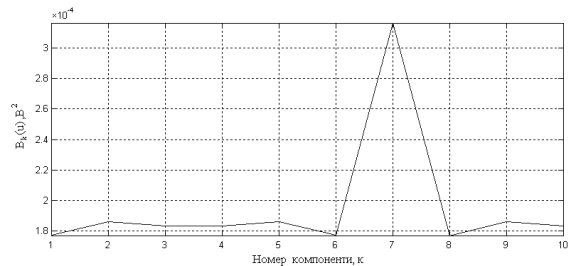
$$M_u \{ \hat{B}_k(u) \} = \frac{1}{N_u} \sum_{u=1}^{N_u} \hat{B}_k(u), \quad u = \overline{1, N_u}, \quad k = \overline{1, N_k}, \quad (1)$$

де k – номер спектральної компоненти СДШ, u – зсув, N_u – довжина зсуву, N_k – кількість компонент.

Реалізації оцінок математичних сподівання для спектральних компонент СДШ зображено на рис.1,а-б.



Пацієнт А - норма



Пацієнт Б - норма

Рис. 1. Оцінки математичного сподівання спектральних компонент дихальних шумів

На рис. 1 видно, що значення максимумів оцінок математичного сподівання СДШ для пацієнта А та пацієнта Б зосереджені на одних і тих самих частотах, проте амплітудні значення оцінок різняться між собою, що свідчить про чітку зміну у функціонуванні дихальної системи на ранніх стадіях її захворювання. Тому обчисленні оцінки математичного сподівання є чутливо-кількісними показниками при розрізненні різних станів дихальної системи (норма чи патологія).

Література.

1. Дедів І.Ю. Обґрунтування математичної моделі дихальних шумів у вигляді періодично корельованого випадкового процесу / І.Ю. Дедів, Я.П. Драган // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. – Чернівці: Рута, 2008. – Вип. 426: Фізика. Електроніка. – Ч. 2. – С. 93-97. – (Тематичний випуск “Комп’ютерні системи та компоненти”).

КОНТРОЛЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ПІД ЧАС ІМПУЛЬСНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ

У стоматології важливим є питання заміщення втрачених та відновлення пошкоджених зубів. Протезування дозволяє вирішити ряд важливих проблем в стоматології: відновлення функції жування, артикуляції, травлення, нормального розподілу навантаження на зуби. З іншого боку, протезування забезпечує повернення природного і естетичного вигляду, що призводить до покращення фізичного та морально-психологічного стану людини.

Сучасна медицина пропонує велику кількість матеріалів для протезування зубів. До них відносяться: металокераміка, композити, безметалева кераміка та інші. Проте, більшість матеріалів, які застосовуються при протезуванні зубів, є недостатньо довговічними, швидко зношуються, що, в кінцевому випадку, призводить до руйнування протезу, а це, в свою чергу, вимагає його заміни. А ті матеріали, які володіють покращеними фізико-механічними властивостями, є досить дорогими, що обмежує їх використання.

Важливою і актуальною задачею є підвищення експлуатаційних характеристик матеріалів для недорогих зубних протезів. Високотехнологічним способом модифікації матеріалів є імпульсна лазерна обробка [1], яка дозволяє, внаслідок надшвидкого нагрівання і охолодження, дії імпульсу віддачі продуктів абляції, отримувати структуру приповерхневих шарів, суттєво відмінну від структури вихідного матеріалу.

Лазерна обробка матеріалів є недостатньо вивченою. При одних і тих же параметрах лазерного випромінювання і внаслідок різної структури матеріалів можна отримувати різні властивості модифікованих приповерхневих шарів. Важливим є вибір оптимальних режимів лазерної обробки матеріалів для зубних протезів. Неправильно підібрані параметри опромінення можуть пошкодити вихідний матеріал та погіршити його властивості. Представляє інтерес встановлення взаємозв'язку між режимами лазерної обробки, електричними сигналами, отриманими внаслідок опромінення, будовою та фізико-механічними характеристиками матеріалів.

Під час виготовлення зубних протезів важливим є забезпечення однорідності матеріалу, що впливає на їх експлуатаційні характеристики і надійність. На даний час неможливо точно визначити властивості отриманого зубного протезу у кожному конкретному випадку, оскільки для цього потрібно використовувати руйнівні методи контролю.

Електричний і акустичний сигнали під час обробки лазером, можна використовувати як метод неруйнівного контролю властивостей не тільки модифікованих приповерхневих шарів, але й для контролю неоднорідності всього матеріалу з якого виготовлений зубний протез.

Література.

1. Никифоров Ю.Н., Ковалюк Б.П., Гладько В.Б., Марущак П.О., Мочарський В.С. Влияние наносекундного лазерного облучения, сопровождающегося генерацией ударных волн, на сталь 15X13МФ // Взаимодействие излучений с твердым телом: материалы 7-й Междунар. конф., Минск, 26-28 сент. 2007 г. – Минск: Изд. центр БГУ, 2007. – С. 211-213.

СПОСІБ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ ПІД ВПЛИВОМ ДОЗОВАНОГО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Для дослідження змін електрокардіосигналу (ЕКС) під впливом дозованого фізичного навантаження в медицині використовують функціональні проби (ФП) [1].

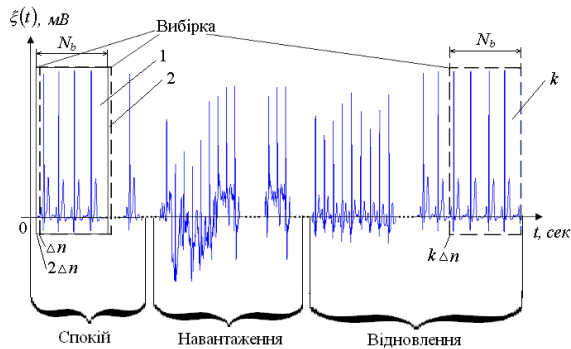


Рис. 1. Реалізація експериментально зареєстрованого ЕКС під впливом дозованого фізичного навантаження

На рис. 1 показано зміну у структурі ЕКС, (до, під час та після фізичного навантаження). Враховуючи зміну структури ЕКС, його умовно поділено на стадії: спокій, навантаження та відновлення.

Запропонований спосіб дослідження змін ЕКС під впливом дозованого фізичного навантаження, базується на опрацюванні вибірки з ЕКС тривалістю 10 секунд, яка зсувається по часовій осі з кроком τ , де τ - частота дискретизації сигналу.

$$\xi_k(t) = \xi(t + \Delta n \cdot k \cdot N_b), \quad k \in (0, N_c - N_b) \quad (1)$$

де Δn - крок зсуву вибірки, мс, k - номер вибірки N_b - довжина вибірки, мс, $\xi(t)$ - реалізація ЕКС, N_c - довжина ЕКС.

В межах вибірки математичну модель ЕКС обґрунтовано як періодично корельований випадковий процес, що дає змогу врахувати нестационарний характер сигналу [2]. Його інформативними ознаками є оцінки спектральних компонент, отримані шляхом застосування синфазного методу [3].

В результаті встановлено, що отримані значення усереднених оцінок спектральних компонент із вибірок, дають змогу виявити зміни у реалізації ЕКС під впливом ФП.

Література.

1. Аронов Д.М. Функциональные пробы в кардиологии / Аронов Д.М., Лупанов В.П. – Москва: МЕДпресс-информ, 2002. – 296 с
2. Драган Я.П. Обґрунтування адекватності математичної моделі електрокардіосигналу для задачі виявлення патології / В.Л.Дунець, Я.П.Драган, Г.М.Осухівська // Вісник Хмельницького національного технологічного університету. – Хмельницький: ХНУ. – 2007. – № 2. – С. 99-102.
3. Драган Я.П. Опрацювання електрокардіосигналу синфазним методом для виявлення патології / В.Л.Дунець, Я.П.Драган // Комп'ютерні технології друкарства. – Львів: Українська академія друкарства. – 2007. – № 18. – С. 51-59.

Секція: **МАТЕМАТИКА**
 Керівник: **доц. Б.Шелестовський**
 Секретар: **Г. Габрусєв**

УДК 532.526

Л. Романюк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПОБУДОВА МЕТОДИК РОЗРАХУНКІВ ПЛОСКИХ ПРИМЕЖЕВИХ ШАРІВ НА ОСНОВІ ОДНОПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ

При побудові розрахункової методики за схемою прямих рівняння Прандтля для плоского примежевого шару

$$U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial y} - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$

попередньо обезрозмірювались та використовувались нові змінні $Y_1 = \frac{U}{U_\infty}$, $Y_2 = \frac{\tau}{\rho U_\infty^2}$, $Y_3 = \frac{V}{U_\infty}$, $X = \frac{x}{L}$, $Y = \frac{y}{L}$, де L – характерна довжина, U_∞ – швидкість за межами примежевого шару.

Похідна $\frac{\partial U}{\partial x}$ замінювалась скінченною різницею $\frac{U(x,y) - U(x-\Delta x, y)}{\Delta x}$.

Після перетворень отримано систему звичайних диференціальних рівнянь:

$$\frac{dY_1}{dY} = f, \quad (2)$$

$$\frac{dY_2}{dY} = Y_1 \frac{Y_1 - Y_1^*}{\Delta x} + Y_3 f + \frac{Y_1^2 - 1}{U_\infty} \frac{dU_\infty}{dx}, \quad (3)$$

$$\frac{dY_3}{dY} = \frac{Y_1^* - Y_1}{\Delta x} - \frac{Y_1}{U_\infty} \frac{dU_\infty}{dx}, \quad (4)$$

де $f = \frac{U_\infty L Y_2}{(v + v_1)}$, $Y_1^* = X_1(X - \Delta X, Y)$.

Граничні умови для системи (2-4) наступні:

$$Y_1 = 0, Y_2 = Y_{2w}, Y_3 = 0 \quad (5)$$

при $Y = 0$,

$$Y_1 \rightarrow 1, Y_2 \rightarrow 0, Y_3 = 0 \quad (6)$$

при $Y \rightarrow \infty$.

Значення Y_{2w} невідоме, тому воно знаходиться у процесі розв'язання задачі методом пристрілки. На кожному перетині $X = Const$ розв'язується задача Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь з відповідними граничними умовами. Система рівнянь (2-4) інтегрується методом Рунге-Кутта четвертого порядку із змінним кроком. У розрахунках для оптимального забезпечення високої точності і мінімального часу обчислень кроки визначаються геометричною прогресією.

ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОСКОГО КУТА ЗА ДОПОМОГОЮ ВИЗНАЧНИКА КЕЛІ-МЕНГЕРА

У праці [1] показано, як за допомогою визначника Келі-Менгера можна, користуючись лише відстанями між трьома точками на площині знайти площу трикутника ABC . Якщо сторони трикутника задано ($|AB|=l_1$, $|AC|=l_2$, $|BC|=l_3$), то за формулою Герона площа трикутника визначається співвідношенням:

$$S_{ABC}^2 = \frac{1}{16}(l_1 + l_2 + l_3)(l_1 + l_2 - l_3)(l_1 - l_2 + l_3)(-l_1 + l_2 + l_3).$$

Вираз у правій частині шляхом перетворень зводиться до симетричного визначника Келі-Менгера четвертого порядку:

$$S_{ABC}^2 = \frac{1}{16} \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & l_2^2 & l_1^2 \\ -1 & l_2^2 & 0 & l_3^2 \\ -1 & l_1^2 & l_3^2 & 0 \end{vmatrix} = \frac{1}{16} K_{4s}.$$

За допомогою цього ж визначника легко виражаються інші лінійні розміри трикутника, наприклад, висота, опущена із точки B на сторону $|AC|=l_2$, дорівнює: $h = (2l_2)^{-1} \sqrt{K_{4s}}$. Визначимо кут φ при вершині, наприклад, A .

За теоремою косинусів, можемо записати: $\cos \varphi = 0,5(l_1 l_2)^{-1}(l_1^2 + l_2^2 - l_3^2)$.

Візьмемо за основу квадрат чисельника отриманого виразу. Його можна записати у вигляді визначника четвертого порядку після двократного окантування.

$$(l_1^2 + l_2^2 - l_3^2)^2 = \begin{vmatrix} 1 & l_3^2 \\ 1 & l_1^2 + l_2^2 \end{vmatrix}^2 = \begin{vmatrix} 1 & l_3^2 & 0 & 0 \\ 1 & l_1^2 + l_2^2 & -l_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}^2.$$

Після перетворень, використовуючи властивості визначників, його можна записати у вигляді антисиметричного визначника Келі-Менгера четвертого порядку K_{4as} :

$$K_{4as} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & l_1^2 & l_3^2 \\ -1 & -l_1^2 & 0 & l_2^2 \\ -1 & -l_3^2 & -l_2^2 & 0 \end{vmatrix}. \text{ Отже, } \cos \varphi = \frac{\sqrt{K_{4as}}}{2l_1 l_2}.$$

Література.

1. Владимиров Ю.С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Часть 1. Теория систем отношений. – М.: Изд-во МГУ, 1996. 262 с.

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ СИСТЕМИ ДВОХ КОНТАКТУЮЧИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТІЛ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Нехай круговий циліндр радіуса R_1 і довжиною L_1 знаходяться в ідеальному тепловому контакті із круговим циліндром радіуса R_2 і довжиною L_2 ($R_1 < R_2$). На вільних поверхнях циліндрів задані постійна температура або теплоізоляція. Матеріали тіл припускаються ізотропними. Введемо циліндричну систему координат r, θ, z , центр якої лежить на поверхні дотику двох тіл, а вісь Oz спрямована вздовж осі одного із циліндрів. Всі величини, які позначені індексом «1» відносяться до одного із циліндрів, що знаходяться вище площини $z = 0$, а індексом «2» - нижче.

Граничні умови матимуть вигляд:

$$T^{(1)} = T_0 \quad (z = L_1, \quad 0 \leq r < R_1) \quad (1)$$

$$\frac{\partial T^{(1)}}{\partial r} = 0 \quad (0 \leq z \leq L_1, \quad r = R_1) \quad (2)$$

$$\lambda_z^{(1)} \frac{\partial T^{(1)}}{\partial z} = \lambda_z^{(2)} \frac{\partial T^{(2)}}{\partial z}, \quad T^{(1)} = T^{(2)}, \quad (z = 0; \quad 0 \leq r < R_1) \quad (3)$$

$$T^{(2)} = 0 \quad (z = 0; \quad R_1 \leq r \leq R_2) \quad (4)$$

$$\frac{\partial T^{(2)}}{\partial r} = 0 \quad (-L_2 \leq z \leq 0, \quad r = R_2) \quad (5)$$

$$T^{(2)} = 0 \quad (z = -L_2; \quad 0 \leq r < R_2) \quad (6)$$

Тут $\lambda_z^{(1)}$, $\lambda_z^{(2)}$ - коефіцієнти теплопровідності.

$$\text{Мінімізація функціоналу } F(T^{(1)}, T^{(2)}) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \int_{V^{(j)}} \lambda_z^{(j)} \left[\left(\frac{\partial T^{(j)}}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial T^{(j)}}{\partial z} \right)^2 \right] r dr dz$$

в області $V = V^{(1)} \cup V^{(2)}$ з умовами (1,4,6), приводить до розв'язування рівнянь

$$\frac{\partial^2 T^{(j)}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T^{(j)}}{\partial r} + \frac{\partial^2 T^{(j)}}{\partial z^2} = 0 \quad (j = 1, 2)$$

з граничними умовами (1-6). Поділивши області $V^{(j)}$ на скінчені елементи у вигляді трикутників, у вершинах яких задані значення температури

$$x_i^{(j)} = T_i^{(j)}(r_i^{(j)}, z_i^{(j)}) \quad \left\{ \begin{array}{l} j = 1; \quad i = \overline{1, N}; \\ j = 2; \quad i = \overline{N+1, 2N} \end{array} \right\}$$

прийдемо до системи лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих $x_i^{(j)}$, через які знаходиться температура в будь-якій точці системи тіл. Розв'язувались системи лінійних алгебраїчних рівнянь із 20-ма невідомими, що забезпечувало достатню високу точність. Зроблено порівняння розв'язків задач методом скінчених елементів і методом Фур'є для циліндрів рівних радіусів. Слід відмітити, що для двадцяти елементів, похибка числових значень температури не перевищує 2%. Враховуючи це, можна впевнено використовувати метод скінчених елементів для розв'язування температурних задач такого типу при інших граничних температурних умовах. Аналіз розв'язку показує, що температурні задачі для циліндрів різних радіусів доцільніше розв'язувати методом скінчених елементів.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСКІНЧЕННИХ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ В ЗАДАЧАХ ПРО ВНУТРІШНЮ НЕСТІЙКІСТЬ КОМПОЗИТІВ

Дослідження задач про нестійкість циліндричних волокон в пружній матриці проводиться на основі тривимірної лінеаризованої теорії стійкості деформівних тіл, рівняння якої отримуються шляхом лінеаризації нелінійних рівнянь теорії пружності. Ці рівняння застосовуються окремо до волокон і до матриці з врахуванням різних механічних властивостей компонентів. Залежно від умов контакту між волокнами та матрицею формулюються граничні умови на поверхнях розділення середовищ.

Розв'язки для кожного з волокон шукаються у вигляді рядів Фур'є з модифікованими функціями Бесселя, а для матриці – з функціями Макдональда, оскільки розв'язки для матриці повинні задовольняти умови згасання на „нескінченності”. Щоб представити розв'язки для матриці в місцевій системі координат, зв'язаній з певним волокном, скористаємося теоремою додавання циліндричних функцій, яку запишемо в наступному вигляді:

$$K_n(\zeta_i \gamma r_p) \cos n \Theta_p = \sum_{m=0}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{p}{|p|} \right)^{m+n} \varepsilon_m (K_{n-m}(\zeta_i \gamma p \delta)) + \\ + K_{n+m}(\zeta_i \gamma p \delta) I_m(\zeta_i \gamma r_p) \cos m \Theta_0; \quad (1)$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{2}, \quad \varepsilon_m = 1 \quad \text{при } m \neq 0.$$

Підставляючи одержані вирази разом з розв'язками для даного волокна в граничні умови, отримаємо нескінченну однорідну систему лінійних рівнянь для визначення невідомих коефіцієнтів, що входять у розв'язки. Ця система розпадається на дві замкнені системи:

а) систему рівнянь відносно $X_{1n,j}$ (n - парне число) та $X_{2n,j}$ (n - непарне число);

б) систему рівнянь відносно $X_{1n,j}$ (n - непарне) та $X_{2n,j}$ (n - парне).

Визначник отриманої системи дорівнює добутку визначників нескінченних систем рівнянь а) та б). Неважко довести, що значення визначників систем а) та б) відрізняються тільки знаком. Тому розглянемо тільки систему а), записавши її в матричному вигляді:

$$X_{1,2k} + \sum_{l=0}^{\infty} (V_{1,2l,2k}^{(1)} X_{1,2l} + V_{1,2l+1,2k}^{(2)} X_{2,2l+1}) = 0 \quad (2)$$

$$X_{2,2k+1} + \sum_{l=0}^{\infty} (V_{2,2l,2k+1}^{(1)} X_{1,2l} + V_{2,2l+1,2k+1}^{(2)} X_{2,2l+1}) = 0.$$

Для того, щоб лінійна однорідна система рівнянь мала ненульові розв'язки, необхідно і достатньо, щоб її визначник дорівнював нулю:

$$\Delta(\varepsilon, d, \chi) = 0 \quad (3)$$

Доведено, що характеристичний визначник $\Delta(\varepsilon, d, \chi)$ є визначником нормального типу, тому його можна замінити скінченним визначником деякого порядку. З характеристичного рівняння (3) можна визначити критичні значення вкорочення ε та параметра хвилеутворення χ .

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ВОЛЬТЕРОВИМ ІНТЕГРАЛЬНИМ ЧЛЕНОМ

Розглянемо інтегро – диференціальне рівняння із запізненням

$$\frac{d^2x}{dt^2} = f\left(t, [x(t)], \int_0^t \varphi(t, s, [x(s)]) ds\right), \quad (1)$$

де позначено $[x(t)] = (x(t), x(t-\tau), \dot{x}(t), \dot{x}(t-\tau))$.

Припустимо, що функції $f(t, u, u_1, v, v_1, w)$, $\varphi(t, s, u, u_1, v, v_1)$ в правій частині рівняння (1) визначені в області

$$t, s \in R, \quad u, u_1 \in D_1, \quad v, v_1 \in D_2, \quad w \in D_3, \quad (2)$$

де $D_1 = [a, b]$, $D_2 = [c, d]$, $D_3 = [\alpha, \beta]$; неперервні за сукупністю змінних t, s, u, u_1, v, v_1, w , T – періодичні по t, s , обмежені сталими M та N відповідно і задовольняють в області (2) умови Ліпшица з додатними сталими $K_1, \dots, K_5, L_1, \dots, L_4$.

Не складно одержати необхідні умови існування T - періодичних розв'язків рівняння (1). Якщо в області (2) $\det \left| \frac{\partial f(t, u, u_1, v, v_1, w)}{\partial w} \right| \neq 0$, то необхідна умова існування періодичного розв'язку рівняння (1) полягає в тому, щоб тотожно для всіх t виконувалась рівність

$$\int_0^T \varphi(t, s, [x(s)]) ds = 0, \quad (3)$$

Систему вигляду (1) будемо називати T -системою, якщо:

- 1) $b - a \geq \frac{MT^2}{6}$;
- 2) $Q = K_1 \frac{T^2}{9} + K_2 \frac{T}{3} \left(\frac{T}{3} + \frac{3\alpha^2(\tau)}{8T} \right) + K_3 \frac{2T}{3} + K_4 \left(\frac{2T}{3} + \frac{3\alpha^2(\tau)}{8T} \right) + K_5 T \left((L_1 + L_2) \frac{T^2}{6} + (L_3 + L_4) \frac{5T}{6} \right) < 1$; де $\alpha(t) = 2t \left(1 - \frac{t}{T} \right)$.

При таких припущеннях справедливе наступне твердження.

Теорема. Нехай система (1) є T -системою. Припустимо, що $\psi(t)$ - періодичний з періодом T розв'язок цієї системи, який при $t=0$ проходить через точку $x_0 \in I_1 = \left[a + \frac{MT^2}{6}; b - \frac{MT^2}{6} \right]$. Тоді $\psi(t) = \lim_{m \rightarrow \infty} x_m(t, x_0)$, де $x_m(t, x_0)$ - періодичні по t з періодом T функції, що визначаються співвідношеннями

$$x_0(t, x_0) = x_0, \quad x_m(t, x_0) = x_0 + L^2 f\left(t, [x_{m-1}(t, x_0)], \int_0^t \varphi(t, s, [x_{m-1}(s, x_0)]) ds\right), \quad m = 1, 2, \dots$$

Тут $L^2 f = L(Lf)$ - двократне застосування оператора L [1].

Література.

1. Самойленко А.М., Ронто Н.И. Численно – аналитические методы исследования периодических решений. – Киев: Вышш. шк., 1976. – 180 с.

ДЕЯКІ СПЕЦІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ЕВОЛЮЦІЙНОГО РІВНЯННЯ З ЗАТУХАЮЧОЮ ПАМ'ЯТТЮ

Розглядається лінійне функціональне рівняння

$$\mathfrak{M}_u \equiv \frac{\partial u}{\partial t} - \nabla^2 u + \varepsilon * \frac{\partial u}{\partial t} - \lambda * \nabla^2 u = f(t, x), \quad (1)$$

де ε , λ - задані нескінченно диференційовні на $t \in [0, \infty)$ функції (ядра релаксації), f - задана функція своїх аргументів, $x = (x_1, x_2, x_3) \in E^3$, t - час, який може використовуватись для математичного описання деяких еволюційних процесів у спадкових середовищах. Ціллю даної роботи є описання деяких спеціальних властивостей розв'язку цього рівняння.

Специфіка часової залежності у розглядуваному рівнянні не дозволяє відокремити змінні в класичному розумінні. Застосування інтегральних перетворень дозволяє здійснити послідовну процедуру відокремлення і звести рівняння до алгебраїчного. З одного боку, перетворенням Лапласа по t можна звести (1) до еліптичного рівняння

$$-\nabla^2 \hat{u} + p \frac{\hat{\varepsilon}}{\hat{\lambda}} \hat{u} = \frac{1}{p \hat{\lambda}} (\hat{f}(x, p) + \varepsilon_\infty u_0(x)), \quad (2)$$

p - параметр перетворення, $\varepsilon_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t)$, $\hat{\varphi}(t) = \int_0^\infty e^{-pt} \varphi(t) dt \equiv Z[\varphi(t)]$.

З другого – в припущенні про спадання u при $|x| \rightarrow \infty$ швидше довільного степеня $|x|^{-1}$ застосування до (1) перетворення Фур'є зводить його до звичайного інтегродиференціального рівняння

$$\frac{d\tilde{u}}{dt} + |\xi|^2 \tilde{u} + \hat{\varepsilon} * \frac{d\tilde{u}}{dt} + |\xi|^2 (\hat{\lambda} * \tilde{u}) = \tilde{f}(|\xi|; t), \quad (3)$$

де $dx = dx_1 dx_2 dx_3$, $(x, \xi) = x_1 \xi_1 + x_2 \xi_2 + x_3 \xi_3$, $\tilde{\varphi}(|\xi|) = \int_{E^3} e^{t(x, \xi)} \varphi(x) dx \equiv F[\varphi(x)]$.

Ці висновки дозволяють стверджувати, що узагальнена функція $G(x, t)$ є фундаментальним розв'язком оператора \mathfrak{M} тоді і тільки тоді, коли її трансформанта Фур'є-Лапласа задовольняє алгебраїчне рівняння

$$\mathfrak{M}(-i\xi, p) FZ[G(x, t)] = 1. \quad (4)$$

Таким чином, фундаментальний розв'язок описує процес із скінченною швидкістю розповсюдження збурень, для цього використовується гіперболічне рівняння, або нелінійне рівняння теплопровідності в якому коефіцієнт теплопровідності є степеневою функцією температури.

РОЗВ'ЯЗОК РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ТРАНСВЕРСАЛЬНО ІЗОТРОПНОГО ПІВПРОСТОРУ ПРИ НЕІДЕАЛЬНОМУ ТЕПЛОВОМУ КОНТАКТІ

Розглянемо трансверсально ізотропний півпростір на границі якого в круговій області здійснюється неідеальний тепловий контакт з гарячим штампом через проміжковий шар. Зовні кругової області з поверхні півпростору і з бічної поверхні проміжкового шару відбувається теплообмін за законом Ньютона. Задача визначення температурного поля $T(r, z)$ в півпросторі зводиться до розв'язування стаціонарного рівняння теплопровідності, яке в циліндричній системі координат r, φ, z у випадку осової симетрії та стаціонарного поля записується так:

$$\Delta T = \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + L^2 \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

$$\text{Граничні умови при } z = 0: \quad \lambda \Delta T - 3\lambda_1 \frac{\partial T}{\partial z} - 3h(T - T_0) = 0, \quad 0 \leq r < a, \quad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} = kT, \quad r > a \quad (3) \quad \frac{\partial T}{\partial r} = -k_1 T, \quad r = a. \quad (4)$$

Розв'язок рівняння (1) подамо у вигляді:

$$T = \int_0^{\infty} \alpha A(\alpha) e^{-\frac{\alpha z}{L}} J_0(\alpha r) d\alpha \quad (5)$$

$$\text{Умова (2) запишеться так:} \quad \Delta T - \frac{3h}{\lambda} T = -\frac{3h}{\lambda} T_0 - \frac{3\lambda_1}{L\lambda} \int_0^{\infty} \alpha^2 A(\alpha) J_0(\alpha r) d\alpha. \quad (6)$$

Загальний розв'язок рівняння (6):

$$T = C_0 I_0 \left(\sqrt{\frac{\lambda}{3h}} \cdot r \right) + T_0 + \frac{3\lambda_1}{L\lambda} \int_0^{\infty} \frac{\alpha^2 A(\alpha) \cdot \Delta(\alpha)}{\alpha^2 + 3h\lambda^{-1}} J_0(\alpha r) d\alpha. \quad (7)$$

Задовольняючи граничні умови (2)-(3), одержимо парні інтегральні рівняння

$$\int_0^{\infty} E(\alpha) J_0(\alpha r) d\alpha = C_0 I_0 \left(\sqrt{\frac{\lambda}{3h}} \cdot r \right) + T_0, \quad 0 \leq r < a, \quad (8)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\alpha E(\alpha)}{1 - g(\alpha)} J_0(\alpha r) d\alpha = 0, \quad r > a, \quad E(\alpha) = \left[\alpha - \frac{3\lambda_1 a}{\lambda L} \left(\frac{\alpha^2 \Delta(\alpha)}{\alpha^2 + 3ha^2 \lambda^{-1}} \right) \right] A(\alpha),$$

які зводяться до інтегрального рівняння Фредгольма другого роду

$$\varphi(x) - \frac{1}{\pi} \int_0^1 \varphi(t) [G(x+t) + G(x-t)] dt = F(x), \quad 0 \leq x \leq 1. \quad (9)$$

Тут $g(\alpha)$ відома раціональна функція, $G(y) = \int_0^{\infty} g(\alpha) \cos \alpha y d\alpha$.

$$\text{Функція } E(\alpha) \text{ визначається за формулою:} \quad E(\alpha) = [1 - g(\alpha)] \int_0^1 \varphi(t) \cos \alpha t dt. \quad (10)$$

**НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМ ПАРНИХ ТА ПОТРІЙНИХ
ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧАХ
МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА**

У процесі розв'язання багатьох задач механіки деформівного твердого тіла виникає необхідність побудови розв'язків систем парних та потрійних інтегральних рівнянь:

$$\int_0^{\infty} \eta [F_1(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_1(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta = f_1(\rho), \quad 0 \leq \rho < a, \quad (1)$$

$$\int_0^{\infty} \eta [F_2(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_2(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta = 0, \quad \rho \geq a, \quad (2)$$

$$\int_0^{\infty} \eta [F_3(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_3(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta = f_3(\rho), \quad 0 \leq \rho < b, \quad (3)$$

$$\int_0^{\infty} \eta [F_4(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_4(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta = f_4(\rho), \quad c \leq \rho < d, \quad (4)$$

$$\int_0^{\infty} \eta [F_5(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_5(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta = 0, \quad b \leq \rho < c, \quad \rho \geq d. \quad (5)$$

Тут $F_i(\eta)$, $\Phi_i(\eta)$, $f_i(\rho)$, $i = \overline{1,5}$ – відомі, а $\varphi(\eta)$ та $\phi(\eta)$ – шукані функції. Продовжимо співвідношення (2) та (5) на нескінченний інтервал $0 \leq \rho < \infty$.

$$\int_0^{\infty} \eta [F_2(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_2(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta = x(\rho)U(a-\rho), \quad 0 \leq \rho < \infty,$$

$$\int_0^{\infty} \eta [F_5(\eta)\varphi(\eta) + \Phi_5(\eta)\phi(\eta)] J_0(\rho\eta) d\eta =$$

$$= y(\rho)U(b-\rho) + z(\rho)[U(\rho-c) - U(\rho-d)], \quad 0 \leq \rho < \infty, \quad (6)$$

де $x(\rho)$, $y(\rho)$ та $z(\rho)$ невідомі функції, $U(\rho)$ – функція Гевісайда.

Застосовуючи до рівностей (6) формулу обернення інтегрального перетворення Ганкеля, приходимо до системи лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих функцій $\varphi(\eta)$ та $\phi(\eta)$. Розв'язавши одержану систему, отримаємо вирази для $\varphi(\eta)$ та $\phi(\eta)$ відносно невідомих $x(\rho)$, $y(\rho)$ та $z(\rho)$, які вибираємо у вигляді:

$$x(\rho) = \sum_{n=1}^N p_n K_n(\rho), \quad y(\rho) = \sum_{n=1}^N r_n L_n(\rho), \quad z(\rho) = \sum_{n=1}^N s_n M_n(\rho),$$

$$K_n(\rho) = J_0\left(\frac{p_n}{a}\rho\right), \quad L_n(\rho) = J_0\left(\frac{r_n}{b}\rho\right), \quad M_n(r) = J_0\left(\frac{s_n}{b}r\right)Y_0(s_n) - Y_0\left(\frac{s_n}{b}r\right)J_0(s_n),$$

$$K_n(a) = L_n(b) = M_n(c) = 0, \quad J_0(\rho) \text{ та } Y_0(\rho) \text{ – функції Бесселя та Неймана.}$$

Значення невідомих p_n , r_n та s_n , $n = \overline{1, N}$, знаходимо вимагаючи виконання для функцій $\varphi(\eta)$ та $\phi(\eta)$ співвідношень (1), (3) та (4).

Секція: **ФІЗИКА**

Керівники: **проф. Л.Дідух, доц. Л.Скоренький**

Секретар: **О. Маньовська**

УДК 538.1; 539.2

Л. Дідух, О. Крамар, Ю. Довгоп'ятий

(Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя)

НОВИЙ ВАРІАНТ УЗАГАЛЬНЕНОГО НАБЛИЖЕННЯ ХАРТРИ-ФОКА. II. ГУСТИНА ЕНЕРГЕТИЧНИХ СТАНІВ В МОДЕЛІ ХАББАРДА І ПОЛЯРНІЙ МОДЕЛІ

В роботі [1] був запропонований новий варіант узагальненого наближення Хартрі-Фока, який розширює область застосовності робіт [2, 3] при розгляді електричних і магнітних властивостей матеріалів з вузькими зонами провідності (оксиди, сульфід, селеніди перехідних металів). Внаслідок більш коректного, ніж це робилося раніше, врахування переходів „вузол”↔„хаббардівські зони”, отримано, зокрема, що вони зумовлюють як зсуви атомних енергетичних рівнів, так і їх розмиття. Наслідком цього є суттєва трансформація зонної електронної густини станів. Дослідження електронної густини станів в моделі Хаббарда [4] та модифікованій формі полярної моделі [5] є метою пропонованої роботи. За допомогою одноелектронної функції Гріна [1] приходимо до густини станів за умови слабкої металічності для парамагнітного стану:

$$\rho_1(E) = \frac{2-n}{2} \sum_{\vec{k}} \delta(E - E_1(\vec{k})),$$

(нижня підзона)

$$\rho_2(E) = \frac{n}{2} \sum_{\vec{k}} \delta(E - E_2(\vec{k}))$$

(верхня підзона); тут n – концентрація електронів, $E_1(\vec{k})$ і $E_2(\vec{k})$ – квазічастинкові енергетичні спектри, наведені в роботі [1]. Важливою особливістю отриманих виразів є те, що вони температурно-залежні та описують перехід діелектрик-метал. В роботі детально обговорюються графічні залежності густини станів при різних значеннях енергетичних параметрів моделі, які відображають отримані особливості.

Література.

1. Дідух Л. Енергетичний спектр електронів у вузьких енергетичних зонах: нове наближення середнього поля. I. Двополюсний спектр в моделі Хаббарда / Л.Дідух // Вісник ТДТУ.- 2009.- Т. 14, №1.- С. 180-189.
2. Didukh L. Energy spectrum of electrons in the Hubbard model: a new mean-field approximation / L. Didukh // Phys. Stat. Sol. (b). – 1998. – Vol. 206. – P. R5–R6.
3. Didukh L. A modified form of the polar model of crystals / L. Didukh // Condens. Matter Phys. – 1998. – Vol. 1. – № 1 (13). – P. 125–144.
4. Hubbard J. Electron correlations in narrow energy bands. / J. Hubbard // Proc. Roy. Soc. – 1963. – V. A276. – № 1369. – P. 238-257.
5. Дідух Л.Д. Модель вузькозонного матеріалу з електронно-дірковою асиметрією / Л.Д. Дідух // Журн. фіз. досл. – 1997. – Т.1. – № 2. – С.241–250.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР ТА УМОВИ ПЕРЕХОДУ ДІЕЛЕКТРИК-МЕТАЛ В МАТЕРІАЛАХ З АНДЕРСОН-ГАББАРДІВСЬКИМИ ЦЕНТРАМИ

Наноструктурні вузькозонні матеріали з квантовими точками володіють незвичайними електричними властивостями, які зазнають суттєвих змін при дії зовнішнього впливу (зміни температури, прикладання тиску), що відкриває перспективи практичного застосування цих систем. Для опису електричних властивостей згаданих матеріалів нами в періодичній моделі Андерсона-Габбарда із застосуванням варіанту методу проектування [1] в рівняннях руху для функцій Гріна розраховано квазічастинковий енергетичний спектр:

$$E_{1,2} = -\mu + \frac{E_d + E_b(u)}{2} + \frac{U \langle n_{p\downarrow} \rangle}{2} + \frac{t_k^-(u)}{2} \mp \frac{1}{2} \sqrt{(E_d - E_b(u) + U \langle n_{p\downarrow} \rangle - t_k^-(u))^2 + 4(V(u))^2},$$

тут ширина s -зони провідності $E_b(u)$, параметр зонного переносу $t_k^-(u)$ та параметр гібридизації $V(u)$ є залежними від відносної деформації u кристалічної ґратки. З цього виразу видно, що перенормування ширини зони під дією прикладеного тиску у випадку помірної кулонівської взаємодії U в підсистемі локалізованих електронів може мати більший ефект на перехід з діелектричного у металічний стан, ніж гібридизація зонних та локалізованих станів. У цьому зв'язку нами було досліджено вплив тиску на електричні властивості моделі сильноскорельованого андерсон-габбардівського матеріалу без врахування гібридизації. Шляхом мінімізації термодинамічного потенціалу Гіббса було розраховано рівноважні значення параметра u (тут спостерігається відомий ефект само-стискання ґратки [2]), від яких суттєво залежить умова переходу метал-діелектрик. Це дало можливість побудувати температурні залежності енергетичної щільності ΔE при різних величинах прикладеного тиску, які дозволяють пояснити перехід з діелектричного в металічний стан в сильноскорельованому андерсон-габбардівському матеріалі.

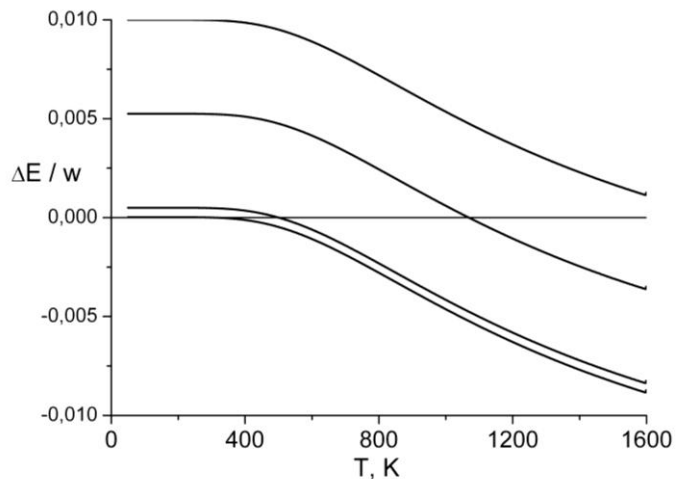


Рис. 1. Залежність $\Delta E(T)$. Криві зверху вниз відповідають $pV_0/w = 2,00; 2,05; 2,10; 2,105$.

Література.

1. ДІДУХ Л.Д. Ефекти міжелектронних взаємодій в кристалах з вузькими зонами провідності /Л.Д.Дідух //Дис. доктора фіз.-мат. наук: 010407. – Тернопіль, 1995. – 398 с.
2. ГРИГОРЧУК Р.А. Электрон-деформационное взаимодействие и сжатие решетки в кристаллах, описываемых моделью Хаббарда / Р.А. Григорчук, И.В. Стасюк // Укр. физ. журн.- 1980.- Т. 25, № 3.- С. 404-410.

МЕТОД КАНОНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНИЙ ГАМІЛЬТОНІАН ПЕРІОДИЧНОЇ МОДЕЛІ АНДЕРСОНА

Для інтерпретації електричних та магнітних властивостей андерсон-габбардівських матеріалів широко використовується періодична модель Андерсона, яка дозволяє описати локалізовані стани (відповідальні за особливості магнітних властивостей) та зонні стани, а також гібридизацію між ними. При математичному опрацюванні таких гамільтоніанів виникають принципові труднощі [1], які можна розв'язати шляхом канонічного перетворення гамільтоніану.

На основі методики, запропонованій у роботах [2,3], нами отримано форми ефективних гамільтоніанів гібридизаційних моделей, які є зручними для опису властивостей матеріалів з вузькими зонами провідності. Оператор канонічного перетворення підібрано таким чином, щоб розрізнити процеси, які відповідають за формування аналогів габбардівських підзон: перенос в „дірковій” та „двійковій” зонах, перевероти спінів за участю діркових та двійкових станів. В підсумку, ефективний гамільтоніан системи з андерсон-габбардівськими центрами має вигляд

$$\tilde{H} = \tilde{H}_0 + H'_1 + H_{dd} + H_{ss} + H_{sd},$$

$$\tilde{H}_0 = H_0 + \sum_{ij\sigma} t_0(ij) X_i^{\sigma 0} X_j^{0\sigma} + \sum_{ij\sigma} t_2(ij) X_i^{2\sigma} X_j^{\sigma 2},$$

$$H'_1 = \sum_{ij} (t_{02}(ij) (X_i^{2\downarrow} X_j^{0\uparrow} - X_i^{2\uparrow} X_j^{0\downarrow}) + e.c.),$$

$$H_{sd} = \sum J_0 (i\vec{k}\vec{k}'i) (c_{\vec{k}\uparrow}^+ c_{\vec{k}'\uparrow} (X_i^\uparrow + X_i^0) + c_{\vec{k}\downarrow}^+ c_{\vec{k}'\downarrow} (X_i^\downarrow + X_i^0) - c_{\vec{k}\downarrow}^+ c_{\vec{k}'\uparrow} X_i^{\uparrow\downarrow} - c_{\vec{k}\uparrow}^+ c_{\vec{k}'\downarrow} X_i^{\downarrow\uparrow}) + \sum J_2 (ikk'i) (c_{\vec{k}\uparrow}^+ c_{\vec{k}'\uparrow} (X_i^\downarrow + X_i^2) + c_{\vec{k}\downarrow}^+ c_{\vec{k}'\downarrow} (X_i^\uparrow + X_i^2) + c_{\vec{k}\downarrow}^+ c_{\vec{k}'\uparrow} X_i^{\uparrow\downarrow} + c_{\vec{k}\uparrow}^+ c_{\vec{k}'\downarrow} X_i^{\downarrow\uparrow}),$$

H_0 – стандартний гамільтоніан атомної границі, H_{dd} описує обмінну взаємодію та посередній перенос $|i0\rangle$ - та $|i^\uparrow\downarrow\rangle$ -станів, H_{ss} – взаємодію БКШ-типу в c -підсистемі, а H_{sd} – гібридизацію зонних та локалізованих станів. Для опису процесів в підсистемі колективізованих електронів використані електронні оператори $c_{\vec{k}\sigma}$, оператори X_i^σ описують локалізовані стани. Параметри $t_0(ij)$, $t_2(ij)$, $t_{02}(ij)$ є інтегралами опосередкованого переносу за участю вузлів з локалізованими електронами (катіонна підсистема в сполуках перехідних металів, домішки у фулеридах, квантові точки). Величина цих параметрів може суттєво перенормувати стандартний „зонний” перенос $t(ij)$ і сприяти ефектам локалізації електронів чи „металізації” сполуки.

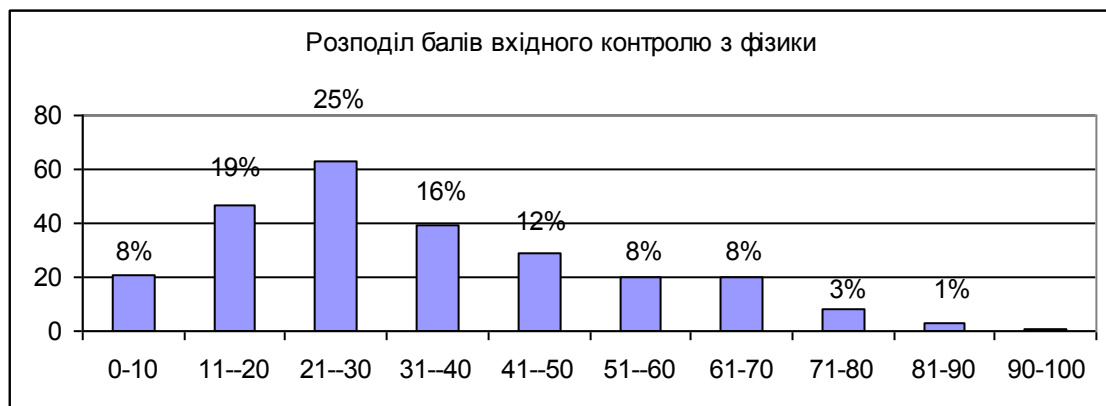
Література.

3. ДІДУХ Л.Д. Ефекти міжелектронних взаємодій в кристалах з вузькими зонами провідності //Л.Д.Дідух //Дис. доктора фіз.-мат. наук: 010407. – Тернопіль, 1995. – 398 с.
4. ДИДУХ Л.Д. Эффективный гамильтониан в модели Андерсона / Л.Д. Дидух, И.В. Стасюк // Физика металлов и металловедение. – 1968. – Т. 26.- № 4. – С. 582–588.
5. ДІДУХ Л. Модель вузькозонного матеріалу з електронно-дірковою асиметрією //Л.Дідух //Журн. фіз. досл. – 1997. – Т.1. – № 2. – С. 241-250.

КОНТРОЛЬ ЗНАТЬ З ФІЗИКИ В КРЕДИТНО-МОДУЛЬНІЙ СИСТЕМІ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

В ході реформування системи освіти в Україні в різний час були введені і зараз одночасно функціонують кілька неспіввимірних систем оцінювання – шкільна 12-бальна, 200-бальна рейтингова ЗНО, 100-бальна ECTS. Одночасно, мотивація до вивчення точних наук, які є базою технічних дисциплін, знизилася. Щоб забезпечити відповідність рівня знань студентів сучасному високому рівню науки і техніки, необхідно покращувати якість викладання. Це завдання вкрай ускладнене зменшенням кількості аудиторних годин курсу фізики на більшості спеціальностей. Разом з тим, викладач змушений і надолужувати недоліки середньої освіти. Методами вирішення окресленого вище комплексу проблем бачимо вдосконалення методичної літератури та підручників, насичення курсу демонстраційним експериментом, впровадження інформаційних технологій (мультимедійні презентації, супутні дистанційні курси), кращу адаптацію студентів до умов навчання в університеті.

Вхідний контроль є способом оперативного коригування навчального процесу та упередження появи невстигаючих студентів. З цією метою на початку семестру викладачами кафедри фізики було проведено тестування серед першокурсників, які починають вивчати фізику. Було використано 6 рівноцінних тестів для 15-хвилинного опитування. Тести були складені таким чином, щоб перевірити володіння основними



поняттями шкільного курсу фізики, знання одиниць вимірювання фізичних величин, вміння розв'язувати найпростіші задачі. Результати вхідного контролю було проаналізовано, порівняно з даними незалежного тестування та обговорено на засіданні кафедри фізики. Виділено групи слабо підготовлених студентів, для яких можуть бути застосовані адаптаційні заходи, конкретизовані у доповіді. Необхідність їх впровадження доводить хоча б той факт, що в жодній із груп середнє значення результату вхідного контролю не перевищує 50 балів зі 100. Результати вхідного контролю будуть порівняні з даними наступного семестрового контролю.

Література.

1. Пундик А.В., Нікіфоров Ю.М., Скоренький Ю.Л. До проблеми контролю знань студентів (з досвіду впровадження КМСОНП при вивченні фізики) // Матеріали III міжнародної науково-методичної конференції „Актуальні проблеми викладання та навчання фізики у вищих навчальних закладах”, – Львів, Ліга-прес – 2009 – С.211-217.

УДК 539.12.4; 615.47

Ю. Нікіфоров

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

О. Багрій-Заяць

(Тернопільський державний медичний університет імені Івана Яковича Горбачевського)

МЕТОДИ ЛАЗЕРНОГО ВПЛИВУ НА РЕЧОВИНИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬ В ПРАКТИЦІ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ ТА МЕДИЦИНИ

Дослідження процесів, що відбуваються у речовинах під впливом лазерного випромінювання, є актуальною задачею сучасних наук, зокрема техніки та медицини, оскільки експериментальні дані разом з теоретичними розрахунками дозволяють отримати різноманітні параметри досліджуваних речовин, в тому числі біотканин, і розширяти границі використання лазерів.

В роботі проаналізовано основні процеси, що відбуваються при дії низькоенергетичного та потужного випромінювання лазера на речовини та розглянуто різницю в підходах до їх застосування в технології обробки матеріалів і медицині. На основі власного досвіду та вивчених літературних даних проаналізовано механізми взаємодії лазерного випромінювання з біотканиною при різних густинах потужностей та тривалостях лазерних імпульсів.

Проведено класифікацію лазерних джерел за їх оптичними та енергетичними характеристиками, при цьому на конкретних прикладах показано, за допомогою яких типів лазерів досягається найбільш ефективна дія того чи іншого механізму лазерного впливу. Наприклад, для досягнення проникнення лазерного випромінювання на більшу глибину (750мкм) необхідно підбирати лазери з більшою довжиною хвилі (Nd:YAG 1064 нм), а ефективна дія лазерних ударних хвиль спостерігається при досягненні густину потоку енергії від $2 \cdot 10^7$ Вт/см², якщо опромінення відбувається в прозорому конденсованому середовищі.

З метою моделювання взаємодії лазерного випромінювання з біотканиною часто останню розглядають як однорідне середовище, незважаючи на те, що живі тканини є неоднорідними, тому в спеціальну групу виділено відомі із літератури експерименти, в яких процеси в біотканинах розглядаються як в однорідних середовищах. Це наближує задачі медицини до відомих технологічних. Проаналізовано можливості лазерної установки ГОС-1001 як однієї із найбільш потужних імпульсних джерел, здатних генерувати ударні хвилі, для застосування в практичній медицині.

Незважаючи на те, що сучасне спеціалізоване лазерне устаткування та широкий спектр чисельних методів моделювання дозволяють підібрати оптимальні енергетичні та спектральні режими лазерного випромінювання, існує багато практичних задач медицини, для яких є важливою розробка нових методик лазерного впливу. На основі раніше розробленої програми проведено розрахунок температурного поля для біотканини, що складається з чотирьох шарів (епідерміс, дерма, шар кровоносних судин та м'язова тканина). Показано, що певний температурний ефект можна досягнути при різних комбінаціях густин потоку енергії та тривалостей імпульсу, однак динаміка процесу нагрівання при цьому суттєво відмінна.

УДК 371

А. Пундик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НАД КУРСОМ ФІЗИКИ

Доля самостійної роботи учнів-студентів-пошукачів в навчальному циклі постійно зростає при переході від навчального закладу нижчого рівня до навчального закладу вищого рівня: початкова школа → середня школа → вища школа → аспірантура [1]. Що стосується дисципліни „фізика”, яка традиційно викладається у вищих технічних навчальних закладах на 1-2-х курсах, то згідно діючих навчальних планів самостійна робота студента передбачена практично в тому ж об’ємі, як і аудиторне навантаження. Тому кафедра фізики покликана приділяти належну увагу проблемі організації самостійної роботи студентів над курсом в тісній ув’язці зі змістом аудиторних занять (лекційних, лабораторних, практичних) та планових контрольних заходів. Важливо, щоб студент мав чітке уявлення про структуру навчального курсу, про порядок виконання і зміст навчальних дій, про критерії оцінювання знань та набутих навичок, про шляхи поглиблення своєї навчальної діяльності у співпраці з кафедрою. Ще одною складовою планової самостійної роботи є підготовка студента до наступної діяльності в рамках так-званої самоосвіти – зокрема необхідно дати студентові конкретне уявлення про методи пошуку та опрацювання нової інформації. Суттєвим є також те, аби не заорганізувати роботу студента поза аудиторією, а залишити йому поле для ініціативи в поширенні навчальної діяльності.

В доповіді обговорюється зміст методичних рекомендацій щодо провадження самостійної роботи студентів над курсом фізики, підготовлених відповідно до вище означених цілей. Документ, який передбачається видавати студентам, містить такі параграфи: 1) мета та задачі курсу фізики; 2) погодинний розподіл тем; 3) лекційні заняття; 4) практичні заняття; 5) лабораторні заняття; 6) семестровий контроль знань та навичок.

Література.

1. П.І. Сікорський. Кредитно-модульна технологія навчання. – Київ: Вид-во Європейського ун-ту, 2006. – 126 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМО-ЕРС В АЛЮМІНІЄВІЙ МАТРИЦІ З ВВЕДЕНИМИ НАНОТРУБКАМИ

Внаслідок взаємодії потужного світлового імпульсу з матеріалами спостерігаються зміни їх фізичних та теплофізичних властивостей. В зв'язку з актуальністю використання структур з вуглецевими нанотрубками дослідженню їх властивостей приділяється значна увага. Тому інтенсивно вивчаються як методи отримання вуглецевих нанотрубок, так і властивості матеріалів з внесеними нанотрубками. Одним із методів внесення вуглецевих нанотрубок у металеву матрицю є опромінення матеріалу лазером в режимі модульованої добротності. Раніше нами було виявлено ефект підвищення термоелектронної емісії з поверхні алюмінію із імплантованими нанотрубками, що імовірно пов'язано із наявністю в нанотрубках резонансних рівнів. Останнє також проявляється в експериментах по дослідженню температурного ходу термо-ЕРС.

Термо-ЕРС структур з внесеними нанотрубками є практично не дослідженою областю. Відомо [1], що проведені експерименти структури і термо-ЕРС вуглецевого депозита, отриманого в плазмі електричної дуги. В роботі [2], представлені результати розрахунків температурної залежності коефіцієнта термо-ЕРС графіта і напівметалевих нанотрубок.

Представляє інтерес експериментальне визначення термо-ЕРС алюмінієвої матриці з імплантованими нанотрубками. Досліджуваний зразок являв собою алюмінієву підкладку з введеними нанотрубками шляхом опромінення наносекундним лазерним імпульсом. Вимірювання проводились на установці для визначення мікротермо-ЕРС відносно нікеліна, виготовленій канд. фіз.-мат. наук Медведем А.Г. Значення величини термо-ЕРС знімались на цифровому вольтметрі В7-21А. Для порівняльного аналізу нами було обрано три області: неопромінена, опромінена та область з введеними нанотрубками. Як показали результати, величина термо-ЕРС досягає у неопроміненій області 25-30 мкВ/К, в опроміненій області алюмінієвої матриці 5-7,3 мкВ/К, а у області з імплантованими нанотрубками з від'ємним знаком 8-10 мкВ/К (різниця відносно неопроміненої становить 35-38 мкВ/К). Як показали наші експерименти, незважаючи на неоднорідність розподілу нанотрубок в матриці спостерігається досить вузька дисперсія значень коефіцієнта термо-ЕРС по опромінених областях.

Із результатів нашого дослідження видно, що відмінність у концентрації та структурі вуглецевих нанотрубок відіграє роль у числовому значенні коефіцієнта термо-ЕРС. Коефіцієнт термо-ЕРС в опроміненому алюмінії в режимі генерації ударних хвиль відрізняється від його значення в неопроміненому алюмінії, проаналізовано можливі причини даного ефекту.

Література.

1. Золотухин И.В. Структура и термо-ЭДС нанотрубного углеродного депозита, полученного в плазме электрического розряда / И.В. Золотухин, И.М. Голев, Е.К. Белоногов, В.П. Иевлев, Д.А. Держнев, А.Е. Маркова // Письма в ЖТФ. — 2003. — Т.29, вып. 23. — С. 84.
2. Мавринський А.В. Термоелектродвижущая сила углеродных нанотрубок / А.В. Мавринський, Е.М. Байтингер // Физика и техника полупроводников. — 2009. — Т. 43, вып. 4. — С.501.

ВПЛИВ ХЛОРУ ТА ВОДНЮ НА ПАРАМЕТРИ КОНТАКТІВ SnO_2 -*p*-*Si* ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ СПРЕЙ-ТЕХНОЛОГІЇ

В останні роки активізувався процес дослідження можливості використання контактів гетеропереходів: сильно легований адсорбційно-активний шар широкозонного напівпровідника – кремній в якості первинних перетворювачів сигналів [1]. Це пов'язано з високою чутливістю таких поверхнево-бар'єрних структур до стану межі поділу середовищ адсорбційно-активний шар напівпровідник. Такі гетеропереходи можна розглядати, в першому наближенні, як контакти метал-напівпровідник. Зараз досить інтенсивно вивчаються властивості контактів діоксид олова – *p* – кремній. Особлива увага приділяється питанням пов'язаним з стійкістю електрофізичних характеристик таких структур до зовнішніх впливів.

Поверхнево-бар'єрні структури на основі контактів SnO_2 -*p*-*Si*, як відомо [2], можуть бути використані, як базова структура для газових сенсорів. Такі структури можуть працювати, як в режимі реверсивного датчика, що реагує на зміну газового середовища, так і в режимі накопичувача дози перебування у газовому середовищі.

В даній роботі звертається увага на можливість зміни електрофізичних параметрів контактів діоксид олова – *p* – кремній під дією атмосфери забрудненої хлором або водню. Для дослідження використовувалась атмосфера, що містила близько 1% хлору або водню.

Контакти поміщали у герметичну камеру, в якій знаходилась звичайна атмосфера при кімнатній температурі і вимірювали вольт-амперні та вольт-фарадні характеристики. Після цього в камеру вводили визначену вище кількість хлору або водню. Внаслідок забруднення атмосфери газом змінювалась сила струму, що протікала через контакт та електроємність контакту. Після стабілізації цих характеристик повторно вимірювали вольт-амперні та вольт-фарадні характеристики в атмосфері забрудненій газом.

Після припинення дії хлору на досліджуваній контакт вольт-амперні та вольт-фарадні характеристики поверталися до початкового стану. Внаслідок дії водню теж спостерігалися зміни сили струму, що протікала через контакт та електроємності контакту.

Проведені дослідження показали, що під дією хлору або водню відбувається зміна параметрів ВАХ, а також змінюється висота потенціального бар'єру та параметра перехідного шару. Зміну параметра I_s можна пояснити зміною висоти потенціального бар'єру, а також коефіцієнта прозорості, а зміну висоти потенціального бар'єру можна пояснити зміною інтегрального заряду на поверхневих електронних станах в SnO_2 . Для випадку хлору та водню контактна структура SnO_2 -*p*-*Si*, може бути використана у якості реверсивного газового датчика, що реагує на зміну газового середовища.

Література.

1. Simon Sze. Special Topics Semiconductor Sensors / Simon Sze. – Hardcover, 1994. – 576 p.
2. R.B. Vasil'ev. Electric-field-controlled memory effect in heterostructures for gas sensors / R.B. Vasil'ev, M.N. Romyantseva, L.I. Ryabova, B.A. Akimov, A.M. Gaskov, M. Labeau, M. Langlet // Technical Physics Letters. – 1999. – P. 471-474.

УДК 53:533

О. Рокіцький, Н. Рокіцька, В. Шендеровський
(Тернопільський національний технічний університет)

ПОВЕРНЕННЯ ДО СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ІВАНА ПУЛЮЯ

2010 рік є знаковим для нашого університету не лише як 165 роковини від дня народження Івана Пулюя, але і тим, що напередодні Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя отримав звання національного. Останнє є визнанням наших здобутків і накладає додаткову відповідальність як за якісну підготовку висококваліфікованих кадрів, так і за їх моральне і національно-патріотичне виховання. Цього вимагає відповідний статус університету, що носить ім'я Івана Пулюя.

Віховими подіями на шляху реалізації ідеї триєдиної моделі формування молодшої генерації української технічної інтелігенції стало створення Музею університету та кімнати-музею Івана Пулюя. Ці кроки є актуальними і давно очікуваними. Хоча останнім часом наш університет може похвалитися і модерними навчальними лабораторіями, і втіленням інноваційних технологій в навчальний процес, під час презентації закладу завжди відчувалася якась незавершеність. Відкриття музею закриває цю прогалину. Бачимо як змінюються обличчя абітурієнтів, студентів першокурсників, членів поважних делегацій після перегляду експозиції музею.

В цьому році кімната-музей І. Пулюя збагатилася новими цікавими експонатами. Серед них копії студентської книжки Івана Пулюя, з якої дізнаємося не лише про перелік дисциплін, які він вивчав під час навчання на теологічному та філософсько-природничому факультетах, але і прізвища лекторів, що читали відповідні курси. Серед них імена таких відомих фізиків як Й. Штефан та В. Лянґ.

Невідому і цікаву інформацію про науково-педагогічну діяльність Івана Пулюя, що припадає на віденський період після захисту наукової дисертації, отримуємо, опрацювавши його ділове листування з Міністерством освіти і культури [1]. Деякі з листів, написаних старим готичним шрифтом через нерозбірливий почерк так і не вдалося прочитати. Серед документів, вперше введених в науковий обіг, на особливу увагу заслуговує протокол засідання габілітаційної комісії, підписаний крім вже згаданих професорів Штефана і Лянґа, видатним австрійським фізиком Людвігом Больцманом. Частина архівних матеріалів Віденського університету, отриманих технічною науковою бібліотекою нашого закладу, потребує скрупульозного опрацювання графологами.

Цінними є і матеріали, передані музею професором Празької політехніки Іво Краусом. Вони відкривають нові сторінки з празького періоду життя родини Пулюїв.

З відкриттям кімнати-музею І. Пулюя сподіваємося отримає своє продовження вже на більш організованому рівні дослідження і збереження творчої спадщини Великого Українця.

Література.

1. Огляд документів, наданих НТБ ТНТУ імені Івана Пулюя архівом Віденського Університету (Австрія) [Електронний ресурс] / Презентація на урочистій академії, присвяченій до 165-ліття від дня народження Івана Пулюя, – 4-лют-2010. – 17 с.

Режим доступу: <http://elartu.tstu.edu.ua/handle/123456789/368>

Секція: **ХІМІЯ, ХІМІЧНА, БІОЛОГІЧНА ТА ХАРЧОВА
ТЕХНОЛОГІЇ**

Керівники: **проф. В.Юкало, проф. О. Покотило**

Секретар: **Л. Сторож**

УДК: 615.35-577.1:61-085

О. Покотило, М. Коваль, Х. Недошитко, В. Васьків

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

**ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БАД “АЛЬФА+ОМЕГА” ЗАЛЕЖИТЬ
ВІД ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ І ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ**

На сьогоднішній день доведено, що поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), особливо родини ω -3, не лише підтримують жирнокислотний склад мембран органел і клітини, а й використовуються в якості попередників ряду протизапальних біологічно активних речовин. Такий ефект обумовлений в першу чергу наявністю у ПНЖК родини ω -3 ейкозопентаєнової $C_{20:5}$ (ЕПК), докозагексаєнової $C_{22:6}$ (ДГК), α -ліноленової $C_{18:3}$ (ЛК) кислоти. Проте вони містять високореактивні подвійні зв'язки і тому з часом здатні легко окиснюватися з утворенням перекисних сполук. Для стабілізації препаратів і БАДів, що містять ω -3 ПНЖК використовують природні і штучні антиоксиданти. Тому метою нашого дослідження було визначити жирнокислотний склад БАД «Альфа+омега» (Покотило О.С., 2007) з підвищеним вмістом вітамінів А і Е в якості антиоксидантів під час зберігання за різних температурних режимів і тривалості.

Жирнокислотний склад БАД «Альфа+омега» визначали через 1 та 12 місяців від моменту виготовлення при зберіганні за температури $5\pm 3^\circ\text{C}$ та $25\pm 2^\circ\text{C}$ методом газорідинної хроматографії і порівнювали із таким у свіжоприготовленій БАД. Метиллові ефіри жирних кислот одержували шляхом прямої переетерифікації шляхом метилування ліпідного екстракту в запаяних скляних ампулах в термостаті при температурі 65°C протягом 24 годин в 3% HCl в абсолютному метанолі. Розділення жирних кислот проводили на хроматографі Chrom-4 з полум'яно-іонізаційним детектором (довжина колонки 2,4 м, діаметр – 4 мм, наповнювач – поліетиленгліколь сукупність на хромосорбі 60-80 мм, температура випаровування 220°C , температура колонки - 183°C , використання H_2 – 30мл/хв., повітря – 400мл/хв. Жирні кислоти ідентифікували, визначаючи час їх виходу після введення, порівнюючи зі стандартом, яким служили метиллові ефіри відомих жирних кислот.

У результаті проведених досліджень встановлено, що жирнокислотний склад БАД «Альфа+омега» залежить, з одного боку, від вмісту у ній токоферолу ацетату і ретинолу ацетату, а з іншого від температурних умов і тривалості зберігання. Так, наявність підвищених доз токоферолу ацетату і ретинолу ацетату у складі БАД «Альфа+омега» найефективніше підтримує стабільність її жирнокислотного складу при температурі зберігання $(5\pm 3)^\circ\text{C}$ впродовж 12-місяців. Найбільш негативні зміни жирнокислотного складу БАД «Альфа+омега» виражені після 12-місячного зберігання при температурі $25\pm 2^\circ\text{C}$ і характеризуються вірогідним збільшенням відносного вмісту насичених жирних кислот (пальмітинової, стеаринової) та зниженням відсоткового вмісту ненасичених жирних кислот (олеїнової, ЛК, ЕПК, ДГК). Зменшення вмісту останніх відбувалося власне за рахунок їх окиснення. Таким чином, з метою стабілізації жирнокислотного складу БАД «Альфа+омега» і підтримання біологічних властивостей рекомендовано її зберігати впродовж 12-ти місяців при температурі $(5\pm 3)^\circ\text{C}$.

ЗБЕРІГАННЯ ПОЖИВНОЇ ЦІННОСТІ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ- ОСНОВНА ЗАДАЧА КОНСЕРВУВАННЯ

Плоди і овочі є дуже цінними продуктами харчування, оскільки містять нічим не замінний комплекс вітамінів, ензимів і інших біологічно активних речовин, необхідних для підтримки здоров'я людини.

В Україні щорічно вирощується близько 4 млн. т фруктів і овочів. Проте втрати при зберіганні цієї продукції складають більше 30%. В результаті в зимовий-весняний період більше 50% фруктів і овочів поставляється з-за кордону.

Таким чином, існує гостра нестача таких цінних продуктів харчування, необхідних для збереження здоров'я людини. Також країна відчуває високу залежність від імпорту. Основною причиною таких високих втрат в нашій країні є те, що застосовується застаріла технологія звичайного холодильного зберігання. Вона не забезпечує тривалого збереження продукції, а втрати в окремих випадках досягають 40%. Крім того, частина продукції, що збереглася, має низькі харчові якості і товарний вигляд.

Якнайкраще збереження якості плодів та овочів з мінімальними втратами може забезпечити тільки технологія зберігання в регульованій атмосфері (РА). Слід зазначити, що в нашій країні для назви цієї технології все ще використовуються невдало введені раніше термін «регульоване газове середовище» і його абревіатура - РГС. Термін «регульована атмосфера» більше відповідає суті технології, оскільки в камері підтримується той же склад газів, що і в атмосфері (N_2 , O_2 і CO_2), тільки змінено їх співвідношення. Так, концентрація O_2 на відміну від звичайної атмосфери знижується з 21 до 1-2,5%, а концентрація CO_2 до 1-3,5%. Пониження в холодильній камері концентрації O_2 і підвищення CO_2 приводить до значного уповільнення всіх метаболічних процесів, що протікають в плодах. В результаті на 2-3 місяці продовжуються терміни їх зберігання, в 2-3 рази знижуються втрати і максимально зберігаються їх смакові і харчові властивості. Яблука і груші можна зберігати до наступного урожаю. У країнах з розвиненим садівництвом (Італія, Німеччина, Англія, США і ін.) практично весь комерційний урожай яблук і груш, призначених для споживання в свіжому вигляді, зберігається в РА. За останні п'ять років технологія зберігання в РА починає все ширше застосовуватися і в нашій країні. Це здійснюється як шляхом будівництва нових холодильників з РА, так і шляхом реконструкції існуючих холодильників, або просто виробничих будівель під цю технологію.

Кожен із цих варіантів має свої переваги і недоліки. Так, при будівництві нового можна отримати оптимальні за розміром і висотою камери, наявність залу товарної обробки з експедицією і відвантажувальними шлюзами, реалізувати розміщення технологічного устаткування на технологічному поверсі над транспортним. Реконструкція ж існуючої будівлі під холодильник з РА дешевше, оскільки відсутні витрати на нульовий цикл і захищаючі конструкції. Проте при цьому не у всіх випадках можливо реалізувати оптимальне планування, також є обмеження по висоті камер. Таким чином, прогресивна технологія зберігання фруктів в регульованій атмосфері дозволяє при незначних затратах зберегти початкову якість плодів та овочів на тривалий термін, і цим самим знизити залежність країни від імпортованих продуктів.

ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ КОНСЕРВНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ ТА ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Серед інших країн світу Україна має найбільш сприятливий природний, людський, геополітичний і ресурсний потенціал для розвитку харчової промисловості, раціональне використання якого забезпечило б їй провідне місце на світовому й регіональних продовольчих ринках.

Консервна галузь тісно пов'язана із іншими галузями, починаючи від селекції, генної інженерії, закінчуючи тарою, упаковкою, сучасними методами складування готової продукції. Саме тому безліч різноманітних питань цікавлять спеціалістів, які працюють в цій галузі. За останні роки консервна промисловість України зазнала суттєвих змін. Покращення економічної ситуації, стану аграрного сектора, сучасна реконструкція багатьох підприємств, застосування найновітніших передових технологій не могли не відобразитися на загальному стані консервної промисловості.

Хоча виробництво плодоовочевої продукції в Україні стабільно зростає, так 2009 році було виготовлено близько 3 мільйонів консервів, що на 17% більше, ніж у попередньому році. Але, також прослідковується інша тенденція: в Україну імпортується лівова частка консервної продукції. Основні країни – постачальники: Китай, Іспанія, Угорщина, Таїланд, Індія та інші. Водночас країни-експортери української продукції - Росія, Молдова, Казахстан, Білорусь, Німеччина, Ізраїль, США, Канада та країни Прибалтики.

Пріоритетами напрямками розвитку промисловості області на 2007-2011 роки вважається збільшення виробництва окремих видів продукції переробної та харчової промисловості.

Проаналізувавши ситуацію на ринку консервів в Україні та Тернопільській області та оцінивши економічні показники роботи підприємств; було внесено пропозиції, щодо випуску асортиментного складу консервів в Тернопільській області.

М'ясні консерви, користуються попитом у населення, є рентабельними для виробництва та їх випуск дозволить збільшити частку вітчизняного виробника, при цьому зменшивши незадоволену потребу населення в м'ясних консервах. Для виробництва м'ясних консервів необхідна сировина, яка повинна мати певну категорію вгодованості; щоб виростити ВРХ та свині треба достатньо багато часу; тому виробництво м'ясних консервів на консервних підприємствах області це справа завтрашнього дня.

На даний час є можливість збільшення випуску тільки овочевої групи консервів, які як показали проведені дослідження ринку, вони також користуються попитом серед споживачів. Збільшення випуску свіжих овочів дозволяє наявність вільних посівних площ, які можуть бути задіяні під вирощування овочевих культур. В даний час збільшення випуску такого виду консервів є найбільш вірогідним та актуальним, оскільки виробництво свіжих овочів усіма категоріями господарств у 2009 році збільшилося на 35,5 тис. тонн, або на 20,9%.

ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА ЯК БІОЕТИЧНА ПЕРЕДУМОВА ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНОФОНДУ ЛЮДСТВА

Наша цивілізація сьогодні стикнулася з цілим комплексом глобальних проблем, серед яких найважливішими є: екологічна, продовольча, перенаселення, здоров'я і якість життя. Усі вони доповнюють одна одну і вже не можуть існувати окремо. Як наслідок, виникла одна масштабна проблема, вирішення якої потребує комплексного та міждисциплінарного характеру.

Одним із важливих факторів збереження здоров'я населення є продовольча безпека. Саме збалансоване та безпечне харчування є однією із передумов збереження здоров'я як нинішнього так і майбутнього поколінь. Адже не можна бути здоровим споживаючи нездорову їжу. За даними ВООЗ причиною смертності 60% населення є неправильне харчування. Саме їжа останнім часом все частіше стає причиною онкологічних захворювань, інфаркту, інсульту, цирозу, діабету, безпліддя тощо. Вітчизняні та зарубіжні фахівці встановили тісний зв'язок між розладами фізичного та психічного здоров'я і порушеннями у структурі харчових раціонів.

Тенденції до зростання генетичної безпеки через неякісну, неповноцінну і навіть “шкідливу” їжу встановлені у більшості країн Європи та США. Зокрема, доведено що нестача в організмі людини фолієвої кислоти та йоду призводить до важких незворотних генетичних порушень. Проте і надлишок деяких речовин (таблиця 1) у їжі, що перевищують ГДК теж є негативним чинником. Часто надлишок у харчовій сировині речовин токсичної дії пов'язаний із лікуванням тварин.

Таблиця 1

Речовини	Дія на організм
Пестициди, гербіциди, радіоактивні речовини, важкі метали	Ускладнення розвитку організму людини, незворотні негативні наслідки, канцерогенна дія
Мікотоксини (особливо мікроскопічних грибів роду <i>Fusarium</i>)	Токсична дія на організм людини, сільськогосподарських тварин
Генетично модифіковані організми (ГМО)	Мутагенна, канцерогенна дія

Сьогоднішні досягнення біотехнології ставлять перед суспільством біоетичні питання щодо використання у виробництві продуктів харчування ГМО. Питання про вплив ГМО-продуктів на здоров'я та життя людини ще до кінця не вивчений. Проте вже сьогодні є дані, що ГМО можуть стати мутагенними та канцерогенними, оскільки мають здатність накопичувати гербіциди, пестициди, радіоактивні речовини тощо. Тому такі ГМО-продукти підвищують ймовірність розвитку вроджених вад у дітей. І хоча у 2009 році в Україні прийнятий закон про маркування продукції на вміст ГМО, однак контроль за використанням трансгенних культур у харчуванні населення проводиться лише вибірково.

Такі значні зміни у якості та безпеці харчування з часом можуть вплинути на психоемоційний стан людини, її статеву поведінку та соціальну свідомість. Тобто, сучасна їжа може бути як ліками, що попереджують паталогічні зміни в організмі людини та підтримують гомеостаз так і отрутою, що сприяє виникненню широкого спектру різних хвороб у тому числі і генетичних.

УДК 637.1

С. Тхорик

(Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя)

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ

Патока - це продукт неповного гідролізу крохмалю. За зовнішнім виглядом - це безбарвна або рідина жовтого кольору з високою в'язкістю. Патока застосовується в кондитерському, хлібопекарському, консервному, лікєро-горілчаному виробництвах як антикристалізатор.

Патока використовується як антикристалізатор при одержанні карамелі. Тому глюкозна патока застосовується як цукриста речовина при виробництві варення, фруктових консервів, хлібобулочних виробів, морозива і т. ін.

Сировина, що надходить на виробництво патоки, повинна містити мінімальну кількість домішок, тому що вони впливають на хід технологічного процесу і якість патоки. Його піддають очищенню за такою самою схемою, як і при виробництві сухого крохмалю.

Гідроліз крохмалю проводять із застосуванням у якості каталізатора- кислоти (соляна або сірчана), ферменту амілази або кислоти і ферменту разом. Кислотний гідроліз дешевший. У процесі гідролізу крохмаль клейстеризують, розріджують і потім оцукрюють, причому ступінь оцукрювання може бути різним у залежності від виду і призначення кінцевого продукту. У початковій стадії гідролізу порушується структура крохмальних зерен у результаті ослаблення і розриву зв'язків між макромолекулами амілази й амілопектину, потім розриваються зв'язки 1-4 і 1-6 і по місцю розриву приєднується молекула води. В'язкість клейстеру знижується, крохмаль розріджується.

Кислотний гідроліз проводять у конверторах періодичної дії або безперервної дії. Ферментативний гідроліз проводять у ферментерах.

Розглянемо гідроліз крохмалю в апаратах безперервної дії. Ці апарати забезпечують рівномірність і необхідну швидкість процесів нагрівання, клейстеризації, оцукрювання, а також високу якість продукту.

Процес гідролізу контролюють по йодній пробі, по мірі поглиблення гідролізу забарвлення змінюється від синього на фіолетове, потім буре і, нарешті, забарвлення не змінюється - немає крохмалю.

Сироп, отриманий при гідролізі кукурудзяного крохмалю, містить клейку слизувату масу, що складається з пластин білка, просочених жиром. Якщо цей жирний осад не виділити із сиропу, то при наступній фільтрації слизуваті речовини заб'ють пори фільтруючої тканини.

Далі сироп направляють на фільтрацію для відокремлення домішок, що перейшли із крохмалю (білок, клітковина й інші), і домішок, що утворились при нейтралізації. Для цієї мети застосовують різну фільтрпреси, вакуум-фільтри й інші. Фільтрують з додаванням діатоміту - панцирів морських водоростей.

Очищений густий сироп упарюють у вакуум-випарних апаратах до патоки із вмістом сухих речовин 78-80 %. Температура упарювання не вище 60 °С, тривалість повинна бути мінімальною - 50-55 хв.

Оскільки патока- в'язкий продукт, природне охолодження йде дуже повільно, при швидкому наростанні забарвлення за рахунок утворення барвників. Для цієї мети використовують спеціальні холодильники.

УДК 378

В. Червонюк

(Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя)

РЕЙТЕНГОВЕ ЗАНЯТТЯ – ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.

У сучасних умовах без інноваційних методів викладу матеріалу домогтися високих знань у студентів проблематично. Але якщо і не застосовувати ефективних форм контролю, то цілеспрямований і плідний навчальний процес теж неможливий.

Із всіх методів контролю, на мою думку, досить ефективним і достовірним є проведення рейтингового заняття.

Рейтингове заняття проводиться після вивчення певного розділу (блоку) хімічної дисципліни. Перевірка знань студентів здійснюється за допомогою тестів. Заняття вимагає певного попереднього ознайомлення із матеріалом. При підготовці до заняття, академічна група ділиться на підгрупи по 6 чоловік. У кожній з них призначається старший (як правило, кращий студент щодо вивчення навчальної дисципліни). В обов'язки якого входить вибір варіанту завдання, перевірка правильності відповідей і виставлення тестових балів згідно таблиці оцінювання, заповнення протоколу відповідей після виконання тестових завдань.

Складання тестів і їх характеристика.

Тести складаються з 6 варіантів з трьома типами завдань.

Перший тип – це завдання за вибором однієї правильної відповіді (пропонується 4-5 відповідей на поставлене завдання). У кожному варіанті 10 завдань. За кожну правильну відповідь, студенту нараховується 1 тестовий бал.

Другий тип – завдання на встановлення відповідності (логічної пари). У кожному варіанті по п'ять завдань. За кожну правильну відповідь студент отримує 1 тестовий бал.

Третій тип – складання логічної послідовності.

У варіанті – 5 завдань. За кожну правильну відповідь студент отримує 1 тестовий бал. За частково правильну відповідь теж нараховується 1 тестовий бал.

У перерві між тестами, коли старші команди перевіряють правильність виконання завдань, проводиться вікторина, розв'язки кросвордів, ребусів та інше, де студенти можуть набрати додаткову кількість балів.

Після виконання кожного етапу на екрані появляються дані про набрані тестові бали студентами.

Проведення такого заняття забезпечує: 1) відкритість; 2) об'єктивність; 3) оперативність; 4) діловитість; 5) незалежність результатів тестування.

ДИСК-ЕЛЕКТРОФОРЕЗ КАЗЕЇНУ В ГРАДІЄНТНОМУ ГЕЛІ

Казеїн коров'ячого молока – гетерогенний білок і складається із фракцій (α_S -CN, β -CN, κ -CN), які відрізняються між собою амінокислотним складом, молекулярною масою, відношенням до іонів кальцію, електрофоретичною рухливістю.

Основні показники білків казеїнового комплексу коров'ячого молока

Фракція	Молекулярна маса, тис.	Ізоелектрична точка, рН середовища
α_{S1} -CN	~23	4,4-4,8
α_{S2} -CN	~25	–
β -CN	~24	4,8-5,1
κ -CN	~19	5,4-5,8

Білки казеїнового комплексу молока та продукти їх гідролізу можуть застосовуватися для підвищення біологічної цінності харчових продуктів, отримання ряду біологічно активних пептидів, які характеризуються широким спектром впливу на фізіологічні функції організму людини, тому можуть бути використані в технології виробництва спеціалізованих продуктів із заданими властивостями. В зв'язку з цим виникає потреба в одержанні окремих фракцій казеїну, з метою подальшого їх використання як гомогенних субстратів для гідролітичних процесів. Відомими на сьогоднішній день методиками якісного і кількісного аналізу казеїнів є хроматографія на ДЕАЕ-целюлозі, швидка рідинна хроматографія, електрофорез в крохмальному і поліакриламідному гелях. Хроматографічні методи вимагають значних затрат часу або використання дорогого обладнання та реактивів. На нашу думку, перспективнішими для ідентифікації казеїнів є електрофоретичні методи, оскільки вони доступніші і, в той же час, ефективніші.

Нами для аналізу казеїнів був обраний диск-електрофорез у градієнтному поліакриламідному гелі з додецилсульфатом натрію (ДСН). Електрофорез в ПААГ з ДСН дозволяє фракціонувати білки залежно тільки від одного параметру – їх молекулярної маси. Використання градієнтного розділяючого гелю в поєднанні із перевагами ступінчатої електрофоретичної системи робить цей вид електрофорезу одним із найефективніших при розділенні білків. Він дозволяє фракціонувати і одночасно визначати молекулярну масу в широкому діапазоні значень починаючи з 10 000 Да у білкових сумішах з високою гетерогенністю. Для розділення в системі диск-електрофорезу в градієнтному гелі з ДСН був використаний свіжеосаджений кислотний казеїн. Розрахунок результатів аналізу показує завищені значення молекулярної маси для основних фракцій казеїну (29 000-33 000 Да). Аномальна поведінка казеїнів по відношенню до ДСН і близькі значення молекулярних мас казеїнових фракцій дають можливість провести неповне їх розділення в результаті використання градієнтного гелю і диск-електрофоретичної системи. Тому виникає необхідність забезпечити такі умови електрофоретичної системи для розділення та ідентифікації казеїнових фракцій коров'ячого молока, при яких розділяючим фактором виступала б не лише відмінність у молекулярній масі, але і різниця в зарядах їхніх молекул.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Алілуйко А.	50
Багрій-Заяць О.	60
Бачинський М.	37,38
Бейко Л.	66
Боднарчук І.	13
Васьків В.	65
Габрусев Г.	55
Габрусєва І.	6
Гавришко О.	35
Галич Ю.	71
Гащук О.	67
Гевко О.	44
Гладьо Ю.	14
Головатий Б.	7
Грушевець М.	44
Гуль Р.	63
Дедів І.	45
Дедів Л.	36
Демчишин О.	49
Децик О.	5
Джичка Н.	39
Дідух Л.	56,57,58
Довгоп'ятий Ю.	56,57,58
Дозорський В.	42
Драпак Р.	15
Дрогобицький Ю.	58
Дубик С.	57
Дуда О.	14
Дунець В.	47
Забитівський В.	43
Загородна Н.	16
Карнаухов О.	17
Карпюк Р.	38
Ковалюк Б.	46
Коваль М.	65
Ковбашин В.	18
Козак Р.	19
Козбур Г.	11
Козбур І.	31
Корецька О.	41
Крамар В.	20
Крамар О.	56,57,58

Лапшинська Л.	41
Литвиненко Я.	21
Лобур Т.	23
Лупенко С.	20,33
Маєвський О.	22,28
Маньовська О.	62
Мацюк О.	23,24,28
Мельнічук О.	67
Михайлишин В.	8
Михайлишин М.	7,8
Михайлович Т.	25
Михалик Д.	9
Млинко Б.	34
Мочарський В.	46
Назаревич О.	24,27
Назарко І.	68
Недошитко Х.	65
Нікіфоров Ю.	59,60,62
Окрепкий Б.	50
Пастух О.	33
Петрик М.	10
Покотило О.	65
Приймак М.	15,17,28,29,30
Промович Ю.	44
Прошин С.	30
Пундик А.	59,61
Рокіцька Н.	64
Рокіцький О.	64
Романюк Л.	48
Савків В.	31
Савчук М.	32
Самборська О.	51
Сарабун Р.	29
Сельський В.	67
Семенишин Г.	5
Семчишин О.	40
Скоренький Ю.	57,58,59
Стельмашук Л.	52
Сторож Л.	71
Ткачук Р.	41
Тхорик С.	69
Фалендиш В.	37
Фриз М.	16,25

Фурсевич Л.	52
Хвостівський М.	35
Хомів Б.	32
Цимбалюк Л.	12
Червонюк В.	69
Шаблій О.	12
Шадріна Г.	34,41,45
Шелестовська М.	53
Шелестовський Б.	54
Шендеровський В.	63
Шилінська-Лобур Ю.	22
Шимчук Г.	21,23
Шкодзінський О.	11
Юкало В.	70
Яворська Є.	42,46

ЗМІСТ

О.Децик, Г. Семенишин, НЕСТАЦІОНАРНЕ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ПРИ ЇЇ ЛОКАЛЬНОМУ ПОВЕРХНЕВОМУ НАГРІВІ	5.
І. Габрусєва ВПЛИВ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ У ШАРІ ПРИ КОНТАКТНІЙ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ЖОРСТКИМ ШТАМПОМ ДЛЯ ВИПАДКУ ПРУЖНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТРЕЛОАРА	6.
М. Михайлишин, Б. Головатий ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В КРУГЛИХ ДИСКАХ ПРИ НАПЛАВЛЮВАННІ ЇХНЬОЇ ЗОВНІШНЬОЇ КРОМКИ	7.
М. Михайлишин, В. Михайлишин МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ЗАЛИШКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ І НАПРУЖЕНЬ В РЕЗУЛЬТАТІ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ КРУГЛИХ ДИСКІВ З ВРАХУВАННЯМ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ	8.
Д. Михалик МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЕТИТИВНОГО ПЕРЕНОСУ В НЕОДНОРІДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ МІКРОПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ	9.
М. Петрик МАТЕМАТИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАСОПЕРЕНОСУ	10.
О. Шкодзінський, Г. Козбур ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ, НАВАНТАЖЕНОЇ ВНУТРІШНІМ ТИСКОМ q ТА РОЗТЯГУЮЧИМ ЗУСИЛЛЯМ N	11.
О. Шаблій, Л. Цимбалюк ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ КРУГЛИХ ДИСКІВ	12.
І. Боднарчук ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ МОДЕЛІ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ	13.
Ю. Гладьо, О. Дуда АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ Й ОБЛІКУ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	14.
Р. Драпак, М. Приймак ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕРНЕТ ТРАФІКІВ ТА ЇХ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ	15.
Н. Загородна, М. Фриз ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ	16.

ГАЗОСПОЖИВАННЯ ЯК СТОХАСТИЧНО ПЕРІОДИЧНОГО ПРОЦЕСУ	
О. Карнаухов, М. Приймак	17.
СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ТА ЇХ АДАПТАЦІЯ ДЛЯ УМОВ РИТМІКИ	
В. Ковбашин	18.
ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДОВИ АКВОДІОКСОТРИЦІАНОКОМПЛЕКСІВ ВОЛЬФРАМУ (IV) ЗАГАЛЬНОГО СКЛАДУ $Kat_3([WO_2(CN)_3H_2O])_2$ ($Kat=Ca^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$)	
Р. Козак	19.
ДО ПИТАННЯ МЕТРИКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
В. Крамар, С. Лупенко	20.
ОЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ САМООРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ	
Я. Литвиненко	21.
ОГЛЯД МЕТОДІВ ПОШУКУ «РОЗЛАДКИ» ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ	
О. Маєвський, Г. Шимчук	22.
ПРИЧИНИ ВТРАТ ДАНИХ ІЗ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ	
О. Мацюк, Т. Лобур, Ю. Шилінська-Лобур	23.
АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОКОЛІВ ДИНАМІЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ	
О.Мацюк, О.Назаревич, Г.Шимчук	24.
ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ АПРОКСИМАЦІЇ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ КРИВИМИ ПІРСОНА	
Т. Михайлович, М. Фриз	25.
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ ВОДОСПОЖИВАННЯ	
О. Назаревич	26.
ВИДІЛЕННЯ СЕЗОННОГО ТРЕНДУ ЯК АДИТИВНОЇ СКЛАДОВОЇ ЧАСОВОГО РЯДУ ГАЗОСПОЖИВАННЯ	
М.Приймак, О.Мацюк, О.Маєвський	27.
ОЦІНКА ГУСТИН ЙМОВІРНОСТЕЙ ПЕРІОДИЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕТОДОМ ЇХ ОРТОГОНАЛЬНИХ ПОДАНЬ	
М. Приймак, Р.Сарабун	28.
ОЦІНКА ЗМІННОГО ПЕРІОДУ ТА ЗМІННОЇ ЧАСТОТИ СЕРЦЕБИТТЯ ПАЦІЄНТІВ У РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУПАХ	
М. Приймак, С. Прошин	29.
МАРКІВСЬКІ ПРОЦЕСИ ЯК МОДЕЛІ РЕАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ТА ЯВИЩ	

В. Савків, І. Козбур, РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ І ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ В БЕЗКОНТАКТНИХ СТРУМЕНЕВИХ ЗАХОПЛЮВАЧАХ	30.
М. Савчук ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ VISSIM	31.
Б. Хомів, С. Лупенко, О. Пастух РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ ОПІНІ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У WEB-ДОКУМЕНТАХ	32.
Б. Млинко ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ МЕТОДОМ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЇ	33.
О. Гавришко, Г. Шадріна АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАТАЛОГІЙ МОЗКУ	34.
М. Хвостівський, Л. Дедів ВИКОРИСТАННЯ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДНОСТІ СИНФАЗНОГО АЛГОРИТМУ ОПРАЦЮВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ В СИСТЕМАХ ГОЛТЕРІВСЬКОГО МОНІТОРИНГУ	35.
В. Фалендиш, М. Бачинський ТЕСТОВА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РИТМОКАРДІОСИГНАЛУ З ПЕРЕХІДНИМ ПРОЦЕСОМ ПРИ ЗАСИНАННІ ЛЮДИНИ	36.
Р. Карпюк, М. Бачинський ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АНАЛОГОВОЇ ТА ЦИФРОВОЇ РЕНТГЕНОГРАФІЇ	37.
Н. Джичка МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГОЛОСНОГО ЗВУКУ ЛЮДИНИ ДЛЯ ЗАДАЧІ ДІАГНОСТУВАННЯ ФОНАСТЕНІЇ	38.
О. Семчишин ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НЕЗАЛЕЖНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ МАТЕРІ І ПЛОДУ	39.
Р. Ткачук, О. Корецька, Л. Лапшинська ПРОТОТИП ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ ЦНС ТА ПНС	40.
В. Дозорський, Г. Шадріна МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ КОРЕЛЬОВАНOSTІ ВОКАЛІЗОВАНИХ ФРИКАТИВНИХ ЗВУКІВ	41.
В. Забитівський, Є. Яворська МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ КОРЕЛЬОВАНOSTІ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ	42.

Ю. Промович, М. Грушевець, О. Гевко РОЗРОБКА ЛІНІЙНО-ІТЕРАЦІЙНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНІЙ ТОМОГРАФІЇ	43.
І. Дедів КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ КОМПОНЕНТ СИГНАЛІВ ДИХАЛЬНИХ ШУМІВ	44.
Б. Ковалюк, В. Мочарський, Г. Шадріна КОНТРОЛЬ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ПІД ЧАС ІМПУЛЬСНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ	45.
В. Дунець, Є. Яворська СПОСІБ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ ПІД ВПЛИВОМ ДОЗОВАНОГО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	46.
Л. Романюк ПОБУДОВА МЕТОДИК РОЗРАХУНКІВ ПЛОСКИХ ПРИМЕЖЕВИХ ШАРІВ НА ОСНОВІ ОДНОПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ	47.
О. Демчишин ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОСКОГО КУТА ЗА ДОПОМОГОЮ ВИЗНАЧНИКА КЕЛІ-МЕНГЕРА	48.
Б. Окрепкий, А. Алілуйко РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ СИСТЕМИ ДВОХ КОНТАКТУЮЧИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТІЛ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	49.
О. Самборська ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСКІНЧЕННИХ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ В ЗАДАЧАХ ПРО ВНУТРІШНЮ НЕСТІЙКІСТЬ КОМПОЗИТІВ	50.
Л. Стельмашук РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ІНТЕГРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З ВОЛЬТЕРОВИМ ІНТЕГРАЛЬНИМ ЧЛЕНОМ	51.
Л. Фурсевич ДЕЯКІ СПЕЦІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ЕВОЛЮЦІЙНОГО РІВНЯННЯ З ЗАТУХАЮЧОЮ ПАМ'ЯТТЮ	52.
М. Шелестовська РОЗВ'ЯЗОК РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ТРАНСВЕРСАЛЬНО ІЗОТРОПНОГО ПІВПРОСТОРУ ПРИ НЕІДЕАЛЬНОМУ ТЕПЛОВОМУ КОНТАКТІ	53.
Б. Шелестовський, Г. Габрусєв	54.

НАБЛИЖЕНЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМ ПАРНИХ ТА ПОТРІЙНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧАХ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА	
Л. Дідух, О. Крамар, Ю. Довгоп'ятий	55.
НОВИЙ ВАРІАНТ УЗАГАЛЬНЕНОГО НАБЛИЖЕННЯ ХАРТРИ-ФОКА. ІІ. ГУСТИНА ЕНЕРГЕТИЧНИХ СТАНІВ В МОДЕЛІ ХАББАРДА І ПОЛЯРНІЙ МОДЕЛІ	
Л. Дідух, Ю. Скоренький, О. Крамар, Ю. Довгоп'ятий, С. Дубик	56.
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР ТА УМОВИ ПЕРЕХОДУ ДІЕЛЕКТРИК-МЕТАЛ В МАТЕРІАЛАХ З АНДЕРСОН-ГАББАРДІВСЬКИМИ ЦЕНТРАМИ	
Л. Дідух, О. Крамар, Ю. Скоренький, Ю. Довгоп'ятий, Ю. Дрогобицький	57.
МЕТОД КАНОНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНИЙ ГАМІЛЬТОНІАН ПЕРІОДИЧНОЇ МОДЕЛІ АНДЕРСОНА	
Ю. Скоренький, Ю. Нікіфоров, А. Пундик	58.
КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ В КРЕДИТНО-МОДУЛЬНІЙ СИСТЕМІ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	
Ю. Нікіфоров, О. Багрій-Заяць	59.
МЕТОДИ ЛАЗЕРНОГО ВПЛИВУ НА РЕЧОВИНИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬ В ПРАКТИЦІ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ ТА МЕДИЦИНІ	
А. Пундик	60.
МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НАД КУРСОМ ФІЗИКИ	
Ю. Нікіфоров, О. Маньовська	61.
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМО-ЕРС В АЛЮМІНІЄВІЙ МАТРИЦІ З ВВЕДЕНИМИ НАНОТРУБКАМИ	
Р. Гуль	62.
ВПЛИВ ХЛОРУ ТА ВОДНЮ НА ПАРАМЕТРИ КОНТАКТІВ SnO ₂ - p-Si ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ СПРЕЙ-ТЕХНОЛОГІЇ	
О. Рокіцький, Н. Рокіцька, В. Шендеровський	63.
ПОВЕРНЕННЯ ДО СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ІВАНА ПУЛЮЯ	
О. Покотило, М. Коваль, Х. Недошитко, В. Васьків	64.
ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БАД "АЛЬФА+ОМЕГА" ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ І ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ	
Л. Бейко	65.
ЗБЕРІГАННЯ ПОЖИВНОЇ ЦІННОСТІ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ- ОСНОВНА ЗАДАЧА КОНСЕРВУВАННЯ	
О. Мельнічук, О. Гашук, В. Сельський	66.
ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ КОНСЕРВНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ ТА	

ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ	
І. Назарко	67.
ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА ЯК БІОЕТИЧНА ПЕРЕДУМОВА ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕНОФОНДУ ЛЮДСТВА	
С. Тхорик	68.
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ	
В. Червонюк	69.
РЕЙТЕНГОВЕ ЗАНЯТТЯ – ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН	
В. Юкало, Л. Сторож, Ю. Галич	70.
ДИСК-ЕЛЕКТРОФОРЕЗ КАЗЕЇНУ В ГРАДІЄНТНОМУ ГЕЛІ	