

9. Мельников О. В. Технология плоского офсетного друк: підруч. / О. В. Мельников. — 2-е вид., випр. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2007. — 388 с. 10. Мигалинская Л. В. Изучение процесса офсетной плоской печати методами планирования эксперимента / Л. В. Мигалинская, Е. Д. Климова, Ю. П. Адлер, Б. В. Каган, Л. Б. Константинова // Физ.-хим. явления в процессах полигр. Мат. науч. семинара по физ.-мех. проблемам технол. Тр. ВНИИ полигр. — 1977. — Т. 26, вып. 2. — С. 19–29. 11. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) : пер. с англ. / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 278 с. 12. Jakuciewicz S. Papier w poligrafii / S. Jakuciewicz. — Warszawa : Inicjal, 1999. — 210 s. 13. Jakuciewicz S. Farbe drukowe / S. Jakuciewicz. — Wroclaw : Korab, 2001. — 186 s.

ИЕРАРХИЯ ФАКТОРОВ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА (НА ПРИМЕРЕ ПЛОСКОЙ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ)

Приведены факторы, которые определяют качество книжного издания в процессе печатания тиража. Разработана иерархическая схема факторов печатного процесса. Сформировано множество лингвистических переменных, которые отвечают данным факторам.

HIERARCHY OF FACTORS OF PRINTING PROCESS (ON THE EXAMPLE OF OFFSET PLANOGRAPHY)

Factors which determine quality of book edition in the process of seal of drawing are resulted. The hierarchical chart of factors of printing process is developed. The great number of linguistic variables which answer these factors is formed.

Стаття надійшла 29.03.2011

УДК 004.056.5:655.25

І. М. Дронюк

Національний університет «Львівська політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ ЗБУРЕНЬ У НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПОЛІГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ

Розглядається диференціальне рівняння, що моделює коливний рух зі збуренням. Для отримання розв'язку використовуються Атеб-функції та метод малого параметра. Для здійснення поліграфічного захисту застосовуються графіки кривих розв'язків. Особливості використання у поліграфії визначаються тим, що розв'язки є аналітичними виразами, мають унікальну будову та залежать від раціональних параметрів. Результати роботи проілюстровано на прикладі документа, захищеного за допомогою даного методу.

Нелінійні системи зі збуренням, диференціальне рівняння з малим параметром, Атеб-функції, поліграфічний захист.

У статті описуються певні коливні системи, для моделювання яких використовуються відомі диференціальні рівняння [4], що описують коливні рухи. У праці [2] було розглянуто та промодельовано вільні коливання у системі

та отримані розв'язки використано для поліграфічного захисту [3]. У даному дослідженні розглядається коливна система зі збуреннями та пропонується застосування відповідних розв'язків диференціальних рівнянь у задачах поліграфічного захисту.

Розглянемо диференціальне рівняння коливань

$$\ddot{x} + f(x) = 0. \quad (1)$$

Вважатимемо $x(t)$ — функція, що описує коливання у системі та залежить від часу, $f(x)$ — задана зовнішня сила. Вважаємо, що зовнішня сила пропорційна коливанню у деякій степені ν . Тоді

$$f(x) = -\lambda^2 x^\nu, \quad (2)$$

де

$$\lambda \in R, \quad \nu = \frac{2\nu_1 + 1}{2\nu_2 + 1}, \quad (\nu_1, \nu_2 = 0, 1, 2, \dots).$$

У цьому випадку рівняння (1) подається у вигляді

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \lambda^2 x^\nu = 0 \quad (3)$$

Припускаємо, що система отримала мале збурення. Тоді рівняння, що описує коливання збуреної системи, можна подати як

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \lambda^2 x^\nu = \varepsilon F\left(x, \frac{dx}{dt}\right), \quad (4)$$

де $\varepsilon > 0$ — малий параметр, а $F\left(x, \frac{dx}{dt}\right)$ — неперервна функція.

Застосуємо метод побудови усередненого розв'язку для системи (4), використовуючи при цьому Атеб-функції. Нехай функція $F(x, y)$ є неперервною чи кусково-неперервною на визначеному відрізку і може бути представлена поліномом або ж виразом зі степенями відносно змінних $x, \frac{dx}{dt}$ степні не вищої N . Запишемо диференціальне рівняння (4) як систему рівнянь першого порядку

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} + y = 0 \\ \frac{dy}{dt} - \lambda^2 x^\nu = -\varepsilon F(x, y) \end{cases} \quad (5)$$

Перейдемо до амплітудно-фазових змінних a і φ . Для цього замінимо в системі рівнянь (5) змінні, використовуючи при цьому Атеб-функції за формулами [5]

$$\begin{cases} x = a Ca(\nu, 1, \varphi) \\ y = a^\mu h Sa(1, \nu, \varphi) \end{cases} \quad (6)$$

де μ, h — сталі, які обчислюються за формулами:

$$\mu = \frac{1+\nu}{2}, \quad h^2 = \frac{2\lambda^2}{1+\nu},$$

$Ca(\nu, 1, \varphi)$ — Атеб-косинус, $Sa(1, \nu, \varphi)$ — Атеб-синус.

У результаті отримуємо систему рівнянь:

$$\frac{da}{dt} = \varepsilon \frac{h Sa(1, \nu, \varphi)}{\lambda^2 \omega(a)} \cdot F(a \cdot Ca(\nu, 1, \varphi); a^{\mu} h Sa(1, \nu, \varphi)) \equiv \varepsilon A(a, \varphi, \lambda), \quad (7)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\omega(a)}{L} + \varepsilon \frac{Ca(\nu, 1, \varphi)}{\lambda^2 \cdot L \cdot a \cdot \omega(a)} \cdot F(a \cdot Ca(\nu, 1, \varphi); a^{\mu} h Sa(1, \nu, \varphi)) \equiv \frac{\omega(a)}{L} + \varepsilon B(a, \varphi, \lambda),$$

де

$$L = \frac{2B(p, q)}{\pi \cdot h \cdot (1+\nu)}, \quad \omega(a) = a^{\frac{\nu-1}{2}}, \quad p = \frac{1}{2}, \quad q = \frac{1}{1+\nu}.$$

Функції $Ca(\nu, 1, \varphi)$, $Sa(1, \nu, \varphi)$ є періодичними з періодом Π , де $\Pi(1, \nu) = \Pi(\nu, 1) = B\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{\nu+1}\right)$.

Амплітудно-фазові змінні a і φ підбираємо так, вибором параметра L , щоб функції $A(a, \varphi)$, $B(a, \varphi)$ в системі рівнянь (6) були періодичні стосовно аргумента φ з періодом 2Π . Тоді функції $A(a, \varphi)$, $B(a, \varphi)$ можна подати у вигляді скінчених рядів Фур'є. При визначенні коефіцієнтів розкладу враховуємо, що аргументами функцій $A(a, \varphi)$ і $B(a, \varphi)$ є комбінація Атеб-функцій $Ca(\nu, 1, \varphi)$ і $Sa(1, \nu, \varphi)$, які задовольняють алгебраїчні тотожності [5]

$$(Ca(\nu, 1, \varphi))^{1+\nu} + (Sa(1, \nu, \varphi))^2 \equiv 1, \quad (8)$$

тобто

$$Sa(1, \nu, \varphi) = \sqrt{1 - Ca^{\nu+1}(\nu, 1, \varphi)} \quad \begin{aligned} -1 \leq Ca(\nu, 1, \varphi) \leq 1 \\ 0 \leq \varphi \leq \Pi \end{aligned}$$

$$Sa(1, \nu, \varphi) = -\sqrt{1 - Ca^{\nu+1}(\nu, 1, \varphi)} \quad \begin{aligned} 1 \geq Ca(\nu, 1, \varphi) \geq -1, \\ \Pi \leq \varphi \leq 2\Pi \end{aligned}$$

або

$$Sa(1, \nu, \varphi) = (-1)^{j+1} \sqrt{1 - Ca^{\nu+1}(\nu, 1, \varphi)}, \quad (9)$$

де $j = 1$ відповідає відрізьку $-1 \leq Ca(\nu, 1, \varphi) \leq 1$, а $j = 2$, а $j = 2$ — відрізьку $1 \geq Ca(\nu, 1, \varphi) \geq -1$.

Використовуючи співвідношення (9), запишемо систему рівнянь (7) у вигляді, що залежить тільки від Атеб-косинуса. Отримаємо

$$\begin{cases} \frac{da}{dt} = \varepsilon A(a, \varphi) \\ \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\omega(a)}{L} + \varepsilon B(a, \varphi) \end{cases}, \quad (10)$$

$$\text{де } A(a, \varphi) = \frac{(-1)^{j+1} h}{\lambda^2 \omega(a)} \sqrt{1 - Ca^{v+1}(v, 1, \varphi)} \cdot F(a \cdot Ca(v, 1, \varphi); (-1)^{j+1} ha^v \sqrt{1 - Ca^{v+1}(v, 1, \varphi)}),$$

$$B(a, \varphi) = \frac{Ca(v, 1, \varphi)}{\lambda^2 \cdot L \cdot a \cdot \omega(a)} \cdot F(a \cdot Ca(v, 1, \varphi); (-1)^{j+1} ha^v \sqrt{1 - Ca^{v+1}(v, 1, \varphi)}) \quad (11)$$

Для розв'язання системи рівнянь (10) використаємо розклади в ряди Фур'є.

Побудова усередненого розв'язку для збуденої нелінійної коливної системи шляхом розкладу в ряди Фур'є. Розкладемо функції $A(a, \varphi)$ і $B(a, \varphi)$ з виразів (10) та (11) у скінченні ряди Фур'є:

$$A(a, \varphi) = \frac{1}{2} C_0(a) + \sum_{\substack{k \neq 0 \\ k=-M}}^M [C_k(a) \cos(k\varphi) + D_k(a) \sin(k\varphi)]$$

$$B(a, \varphi) = \frac{1}{2} G_0(a) + \sum_{\substack{k \neq 0 \\ k=-M}}^M [G_k(a) \cos(k\varphi) + P_k(a) \sin(k\varphi)], \quad (12)$$

де C_k, D_k, G_k, P_k — коефіцієнти розкладу.

Побудуємо усереднений розв'язок, оскільки змінна φ відповідає за малі швидкі коливання, а змінна a за великі амплітудні коливання. Тому змінну φ можна виключити з правих частин рівняння (10) та (11), використовуючи розклад у ряд за степенями малого параметра ε [1]. Для цього введемо нові змінні за формулами

$$\begin{cases} a = b + \varepsilon U_1(b, \theta) + \varepsilon^2 U_2(b, \theta) + \dots \\ \varphi = \theta + \varepsilon V_1(b, \theta) + \varepsilon^2 V_2(b, \theta) + \dots \end{cases} \quad (13)$$

Нові змінні b і θ є розв'язками системи рівнянь

$$\begin{cases} \dot{b} = \varepsilon \lambda_1^{(1)}(b) + \varepsilon^2 \lambda_2(b) + \dots \\ \dot{\theta} = \frac{\omega(b)}{L} + \varepsilon \beta_1(b) + \varepsilon^2 \beta_2(b) + \dots \end{cases} \quad (14)$$

Коефіцієнти α_i і β_i ($i = 1, 2, \dots$) визначасмо так, щоб функції $U_i(b, \theta)$ і $V_i(b, \theta)$ були періодичними відносно θ з періодом 2π . Підставляємо вирази (13) в систему рівнянь (7), потім записуємо праву і ліву частини отриманих співвідношень у вигляді ряду за малим параметром і прирівнюємо коефіцієнти при однакових степенях цього параметра. Отримуємо систему рівнянь відносно функцій $U_i(b, \theta)$ і $V_i(b, \theta)$.

У першому наближенні параметра ε маємо

$$\frac{\omega(b)}{L} \cdot \frac{\partial U_1}{\partial \theta} = A(b, \theta) - \alpha_1(b) \quad (15)$$

$$\frac{\omega(b)}{L} \cdot \frac{\partial V_1}{\partial \theta} = B(b, \theta) + \frac{\partial \omega(b)}{\partial b} \cdot U_1(b, \theta) - \beta_1(\theta) \quad (16)$$

Рівняння (15) матиме 2П періодичний розв'язок відносно θ , у разі, якщо права частина задовольняє умову

$$\int_0^{2\pi} [A(b, \theta) - \alpha_1(b)] d\theta = 0. \quad (17)$$

Підінтегральну функцію $A(b, \theta)$ отримаємо при підстановці нових змінних (13) в перший вираз з (12), тобто в розклад її в ряд Фур'є. Тоді з виразу (17) видно, що в першому наближенні маємо

$$\alpha_1(b) = \frac{1}{2} C_0(b) \quad (18)$$

Розв'язок рівняння (15) згідно з формулою (12) має вигляд

$$U_1^{(1)}(b, \theta) = \frac{L}{\omega(b)} \cdot \sum_{k=-M}^M \frac{1}{k} [C_k \sin k\theta - D_k \cos k\theta] + U_1^0(b). \quad (19)$$

Якщо права частина диференціального рівняння (16) задовольняє рівняння

$$\int_0^{2\pi} \left[B(b, \theta) + \frac{\partial \omega(b)}{\partial b} \cdot U_1(b, \theta) - \beta_1(b) \right] d\theta = 0, \quad (20)$$

то розв'язок цього рівняння є періодичним.

Аналогічно до попереднього, враховуючи вираз розкладу функції $B(b, \theta)$ в тригонометричний ряд (12), з умови (19) визначаємо

$$\beta_1(b) = G_0(b) + \frac{\partial \omega(b)}{\partial b} \cdot U_1^0(b, \theta). \quad (21)$$

Розв'язок рівняння (16) має вигляд

$$V_1^{(1)}(b, \theta) = \frac{L}{\omega(b)} \sum_{k=-M}^M \left\{ \left[G_k(b) - \frac{L}{\omega(b)} \frac{\partial \omega(b)}{\partial b} \sum_{k=-M}^M \frac{1}{k} D_k(b) \right] \cdot \frac{\cos k\theta}{k} + \right. \\ \left. \left[P_k(b) + \frac{L}{\omega(b)} \frac{\partial \omega(b)}{\partial b} \sum_{k=-M}^M \frac{1}{k} C_k(b) \right] \cdot \frac{\sin k\theta}{k} \right\} + V_1(b) \quad (22)$$

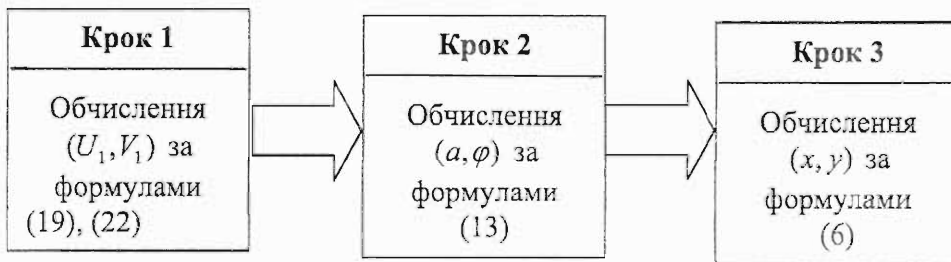
Аналогічно визначаються функції $U^{(n)}$, $V^{(n)}$, $\alpha^{(n)}$, $\beta^{(n)}$ для $n = 2, 3, \dots$.

Константи інтегрування $U^{(n)}(b)$, $V^{(n)}(b)$ визначаються так, щоб задовольнити початкові умови, які задані для рівнянь (5), тобто

$$a|_{t=t_0} = b|_{t=t_0} = b^{(0)}, \quad \varphi|_{t=t_0} = \theta|_{t=t_0} = \theta^{(0)}. \quad (23)$$

Вирази (19), (22) відповідають першому наближенню по степенях ε . Справді, підставляючи значення (19), (22) в праві частини рівняння (10) та (11), отримуємо їх розв'язки з точністю до величин першого порядку включно.

У роботі застосовано отриманий розв'язок диференціального рівняння (1) для поліграфічного захисту. Для здійснення захисту будують графіки кривих розв'язків, які є аналітичними виразами, мають унікальну будову, залежать від раціональних параметрів. Вони піддаються ідентифікації на основі властивостей *Ateb*-функцій. Для побудови кривих з урахуванням збурення використано систему диференціальних рівнянь (15), (16) з початковими умовами (23) та знайдено її розв'язки (19), (22), які необхідно підставити у формули (13). Тоді отримано значення амплітудно-фазових змінних a і φ . Наступним етапом є обчислення значень x , y за формулами (6). Послідовність обчислень показано на рисунку.



Етапи обчислення розв'язку диференціального рівняння (4)

Отже, запропоновані методи обчислення базуються на формулах асимптотичних методів розв'язку систем диференціальних рівнянь та мають широке застосування для дослідження коливних систем зі збуренням. Аналітичні вирази для розв'язків систем диференціальних рівнянь, що описують коливний рух, базуються на теорії *Ateb*-функцій. У роботі виведено аналітичні формули для обчислення розв'язків диференціального рівняння з малим збуренням. Запропоновано застосувати подані формули для побудови захисних сіток у поліграфічному захисті. Роботу методу проілюстровано на прикладі.

1. Возний А. М. Застосування *Ateb*-функцій для побудови розв'язку одного класу істотно нелінійних диференціальних рівнянь / А. М. Возний // Доп. АН УРСР. Сер. А. — 1970. — № 9. — С. 971–974.
2. Грицик В. В. Математичні моделі алгоритмів і реалізація *Ateb*-функцій / В. В. Грицик, М. А. Назаркевич. // Доповіді НАН України. — 2007. — № 12. — С. 37–43.
3. Грицик В. В. Метод захисту та відтворення інформації засобами *Ateb*-функцій / В. В. Грицик, М. Дронюк, М. А. Назаркевич. // Доповіді НАН України. — 2008. — № 5. — С. 48–52.
4. Самойленко А. М. Свойства периодических *Ateb*-функций и их применение при построении решений нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка [Препринт 84.20] / А. М. Самойленко, А. М. Возний. — К.: Институт математики АН УССР, 1984. — 51 с.
5. Сенік П. М. Обращение нецелой *Beta*-функции / П. М. Сенік. // Український математичний журнал. — 1969. — № 3. — С. 325–333.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩЕНИЙ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Рассмотрено дифференциальное уравнение, моделирующее колебательное движение с малым возмущением. Для получения решения использовано Атеб-функции и метод малого параметра. Для полиграфической защиты используются графики кривых решений дифференциального уравнения. Особенности использования в полиграфии определяются аналитической записью решений, уникальностью строения и зависимостью от рациональных параметров. Результаты работы проиллюстрированы на примере документа, защищенного данным методом.

A DESIGN OF INDIGNATIONS IS IN NONLINEAR SYSTEMS FOR POLYDIENE DEFENCE

We consider the differential equation simulating the oscillatory motion with small perturbation. To obtain the solutions used Ateb-function and the small parameter method. Curves which response to solutions of the differential equation are used for printing security. Features used in printing are determined by the analytical solution, a unique structure and dependence on rational parameters. Results are illustrated by the protected document.

Стаття надійшла 24.02.2011

УДК 004.921

Б. В. Дурняк, В. І. Сабат

Українська академія друкарства

Л. Є. Шведова

Кримський інститут інформаційно-поліграфічних технологій

Української академії друкарства

ФОРМУВАННЯ КОМПОНЕНТ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ ПОВНОВАЖЕНЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ

Сформовано основні задачі, які розв'язуються в моделях систем управління повноваженнями, визначено основні компоненти та процедури, які дозволяють підвищувати рівень безпеки в сучасних інформаційних системах.

Інформаційна система, модель, управління повноваженнями, операція, об'єкт

Модель системи управління повноваженнями (MUP) описує передусім процеси, що реалізуються при наданні або елімінації відповідних повноважень. Крім того, в рамках MUP розв'язуються такі задачі:

визначення рівня безпеки інформаційної системи (IS), що використовує систему управління повноваженнями (SUP):