

рокому діапазоні змінювати несучу здатність системи від мінімальної при $T = 0$, коли жорсткістю зв'язків зсуву можна нехтувати, до максимальної, що відповідає несучій здатності монолітної системи. Рациональна кількість (n) зв'язків зсуву в стику обмежується залежностями:

$$n \leq \frac{l_2(M - M_c - M_\delta)}{t \cdot l_1(l - l_1)(H - X_1 + X_2)}; T \leq n \cdot t, \quad (12)$$

де: M – граничний момент, що сприймається монолітним перерізом системи з висотою, рівною сумарній висоті системи; M_c, M_δ – граничні моменти, що сприймаються відповідно стійкою та балкою; t – середнє зусилля, що сприймається одним зв'язком зсуву.

Надлишкова кількість зв'язків зсуву істотно не вплине на підвищення несучої здатності, а тільки призведе до підвищення матеріаломісткості та економічних витрат.

Площа рационального перерізу поздовжньої арматури в нижній зоні опори повинна задовольняти умову:

$$A_{S1} \leq \frac{ql_1(l - l_1)}{2(H - X_1) \cdot R_{S1}} - \frac{M_\delta}{(H - X_1) \cdot R_{S1}}. \quad (13)$$

Запропонований метод дає змогу розв'язувати прямі та зворотні задачі проектування несучих конструкцій не тільки опор конвеєрів, а також аналогічних залізобетонних систем, що використовуються в різних спорудах.

Література

1. Шкіря Т.М. Машины та обладнання лісосічних і лісоскладських робіт. – Львів: Три-ада Плюс, 2005. – 436 с.
2. Лютий Є.М., Нахаєв П.П., Бадера Й.С., Удовиський О.М. Підйимально-транспортвальні машини і пневмотранспорт підприємств лісового комплексу. Частина I. Транспортвальні машини: Навч. пос. – Львів: НЛТУУ, 2006. – 154 с.
3. Карамышев В.Р. Расчет конвейеров. Учеб. пос. – Воронеж: Гос. Лесотех. Акад., 1998. – 199 с.
4. Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. – К.: Вища шк., 1988. – 424 с.
5. Чайка Б.С. Розрахунки будівель та їх конструкцій. – Львів: Край, 1995. – 454 с.

УДК 629.113.001

Доц. Р.В. Зінько, канд. техн. наук –

НУ "Львівська політехніка"; О.М. Маковейчук, пров. інж.-прогр. ТЗОВ "БІТ"; бакалавр М.С. Михалюк – НУ "Львівська політехніка"

ЗНАХОДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ АВТОПОТЯГА, ЩО Є ОПТИМАЛЬНОЮ ЗА КРИТЕРІЄМ ПАЛИВНОЇ ОЩАДЛИВОСТІ

Запропонована методика знаходження швидкості автопотяга, що є оптимальною за критерієм паливної ощадливості. Методика ґрунтується на основі аналізу тахограм і сумарної витрати палива автопоїздом на заданій ділянці маршруту.

Ключові слова: паливна ощадливість, оптимальна швидкість руху, тахограми.

Assoc. prof. R.V. Zinko – NU "L'vivs'ka Politekhnikha"; eng. O.M. Makoveychuk – "BIT" Ltd; M.S. Myhaljuk – NU "L'vivs'ka Politekhnikha"

Finding of optimum speed of camion is after the criterion of fuel thrift

The method of finding of optimum speed of camion is offered after the criterion of fuel thrift. A method is based on the basis of analysis of tachograms and total expense of fuel of camion enroute.

Keywords: fuel thrift, optimum rate of movement, tachograms.

Паливна криза у світі спонукає дослідників шукати способи ефективного використання паливних ресурсів. Пошуки проводяться в кількох напрямках: пошук альтернативних палив, підвищення ефективності згоряння палива у двигуні внутрішнього згоряння, оптимізація режимів руху транспортних засобів.

Глибокі дослідження, пов'язані з впливом характеристик двигуна, тертя в трансмісії автомобіля, аеродинамічного опору наведені в роботі [1]. Фундаментальні дослідження режимів роботи двигуна, його оптимальних режимів навантаження, суміщення роботи двигуна і гідротрансформатора, паливно-швидкісних властивостей автомобілів у транспортних циклах провів П.М. Гащук [2-4]. Але залишається актуальним питання визначення паливно швидкісних характеристик автопотягів при їх роботі на магістральних маршрутах.

Метою цієї роботи є знаходження такої швидкості автомобіля, що є оптимальною за критерієм паливної ощадливості на основі аналізу його тахограм. Зрозуміло, що маючи вхідною інформацією лише часовий ряд швидкостей, отримати достовірний результат можна тільки спираючись на адекватну математичну модель руху автопотяга. Це питання проаналізовано в роботах [5-6].

Математична модель

Прийmemo до уваги те, що витрати палива q пропорційні виконанній роботі A , тобто

$$dq(t) = \eta \cdot dA(t), \quad (1)$$

де η – коефіцієнт пропорційності.

Якщо задано функцію миттєвого значення сил сумарної тягової сили $f(t)$, тоді повна виконана робота A визначається інтегралом

$$A(s) = \int_0^s f(t)ds, \quad (2)$$

де s – переміщення. Враховуючи, що

$$s = \int_{t_0}^t v(t)dt, \quad (3)$$

(t_0 – момент початку руху) маємо

$$A(t) = \int_{t_0}^t f(t)v(t)dt. \quad (4)$$

Розглядаючи $f(t)$ як функцію від швидкості $v(t)$, ми можемо розкласти її у ряд по степенях v

$$f(v) = \sum_{k \geq 0} a_k v_+^k, \quad (5)$$

де визначено

$$v_+ = \begin{cases} v, & \frac{dv}{dt} > 0, \\ 0, & \frac{dv}{dt} \leq 0, \end{cases}$$

(ми вважаємо, що паливо витрачається лише на збільшення швидкості, зменшення проходить за рахунок дії дисипативних сил); індекс $k > 0$, оскільки $q(v)|_{v=0} = 0$ (нерухомий автомобіль палива не споживає) a_k – коефіцієнти розкладу.

З іншого боку, якщо автопотяг рухається зі швидкістю $v(t)$, то в кожен момент часу t витрати палива $q(t)$ наближено можна прийняти пропорційними пройденій відстані $s(t)$:

$$q(t) = \frac{Q}{S} s(t), \quad (6)$$

де: Q – загальні витрати палива на маршруті; S – повна пройдена відстань (довжина маршрута).

Невідомі коефіцієнти розкладу $b_k = \eta \cdot a_k$ знаходимо, мінімізуючи функціонал

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^t \left(\sum_{k \geq 0} b_k v_+^k v dt - \frac{Q}{S} v dt \right)^2 \rightarrow \min, \quad (7)$$

де t_1 – момент завершення руху; множник $1/2$ введено для зручності.

Переходячи від неперервного представлення до дискретного, замість (7) ми отримуємо

$$J = \frac{1}{2} \sum_{n=0}^N \left(\sum_{k \geq 0} b_k (v_n^k)_+ v_n \Delta t - \frac{Q}{S} v_n \Delta t \right)^2 \rightarrow \min, \quad (8)$$

де: N – загальна кількість точок дискретизації; $v_n = v(t_0 + n \cdot \Delta t)$, $\Delta t = \frac{t_1 - t_0}{N}$.

Таким чином, маючи значення Q , S і ряду v_n , мінімізуючи функціонал (8), ми знаходимо коефіцієнти a_k (прийнятні результати отримуються при врахуванні 3 членів розкладу). Тоді функція витрат палива за одиницю часу залежно від швидкості, враховуючи, що $(v_n^k)_+ v = (v_n^{k+1})_+$, запишеться як

$$q(v) = \sum_{k=1}^3 b_k (v_n^{k+1})_+. \quad (9)$$

Деякі незручності виникають через те, що ми розглядаємо швидкості v_+ , а не просто v . Але, якщо ми у функціоналі (8) будемо підставляти *середню* швидкість на маршруті, то це призведе до заміни коефіцієнтів розкладу

$b_k \rightarrow b'_k = b_k \cdot \mu_k$, де коефіцієнти μ_k знаходяться із розподілу швидкостей. Так, наприклад, для рівномірного розподілу, заданого на одиничному інтервалі, маємо [7]

$$\mu_k = \int_0^1 x^k dx = \frac{1}{k+1}. \quad (10)$$

Оскільки реальний розподіл швидкостей не є рівномірним, то доцільно замість співвідношення (10) використовувати

$$\mu_k = \frac{1}{k+k'}, \quad (11)$$

параметр k' знаходимо з умови $q(\bar{v}) = Q/S$, де $\bar{v}$ – реальна середня швидкість на маршруті.

Отже, замість рівняння (9), ми можемо записати

$$q(v) = \sum_{k=1}^3 b'_k v^{k+1} = b'_1 v^2 + b'_2 v^3 + b'_3 v^4. \quad (12)$$

Витрати палива на 100 км запишемо як

$$q_s(v) = \frac{q(v)}{v} \cdot 100. \quad (13)$$

Оптимальну швидкість v_{opt} знаходимо з умови $dq_s/dv = 0$, що призводить до розв'язання такого рівняння:

$$b'_1 + 2b'_2 v + 3b'_3 v^2 = 0. \quad (13)$$

Це є звичайне квадратне рівняння, воно має 2 корені

$$v_{2,3} = \frac{-2b'_2 \pm \sqrt{4b'_2{}^2 - 4 \cdot 3b'_1 b'_3}}{3b'_3}.$$

Фізичний зміст має тільки додатний корінь

$$v_{opt} = \frac{-3b'_2 + \sqrt{9b'_2{}^2 - 4 \cdot 8b'_1 b'_3}}{4b'_3}, \quad (14)$$

який і є розв'язком поставленої задачі.

Результати експерименту

Експеримент проводився на ділянці руху Бориня-Дрогобич номінально завантаженого автопотяг: тягач MAN 18.463 FLT – напівпричіп SCHMITZ. Відомо, що було спожито $Q = 46$ л дизельного палива на відстані $S = 111$ км. Для того, щоб отримати вхідний вектор швидкості, використано (відповідним чином опрацьовану) кругову тахограму.

Оброблення тахограм проводилася засобами системи MATLAB [8], загальна методика визначення кривої швидкості складається з таких етапів:

1. Сканування оригіналу, на виході отримується файл зображення з роздільною здатністю 300 точок на дюйм, глибина кольору 24 біта (рис. 1, а).

2. Корекція повороту – зображення довертається таким чином, щоб центральний отвір розташовувався вужчою частиною строго вправо, центр кола співпадає з центром зображення, коло повністю вписано в зображення.

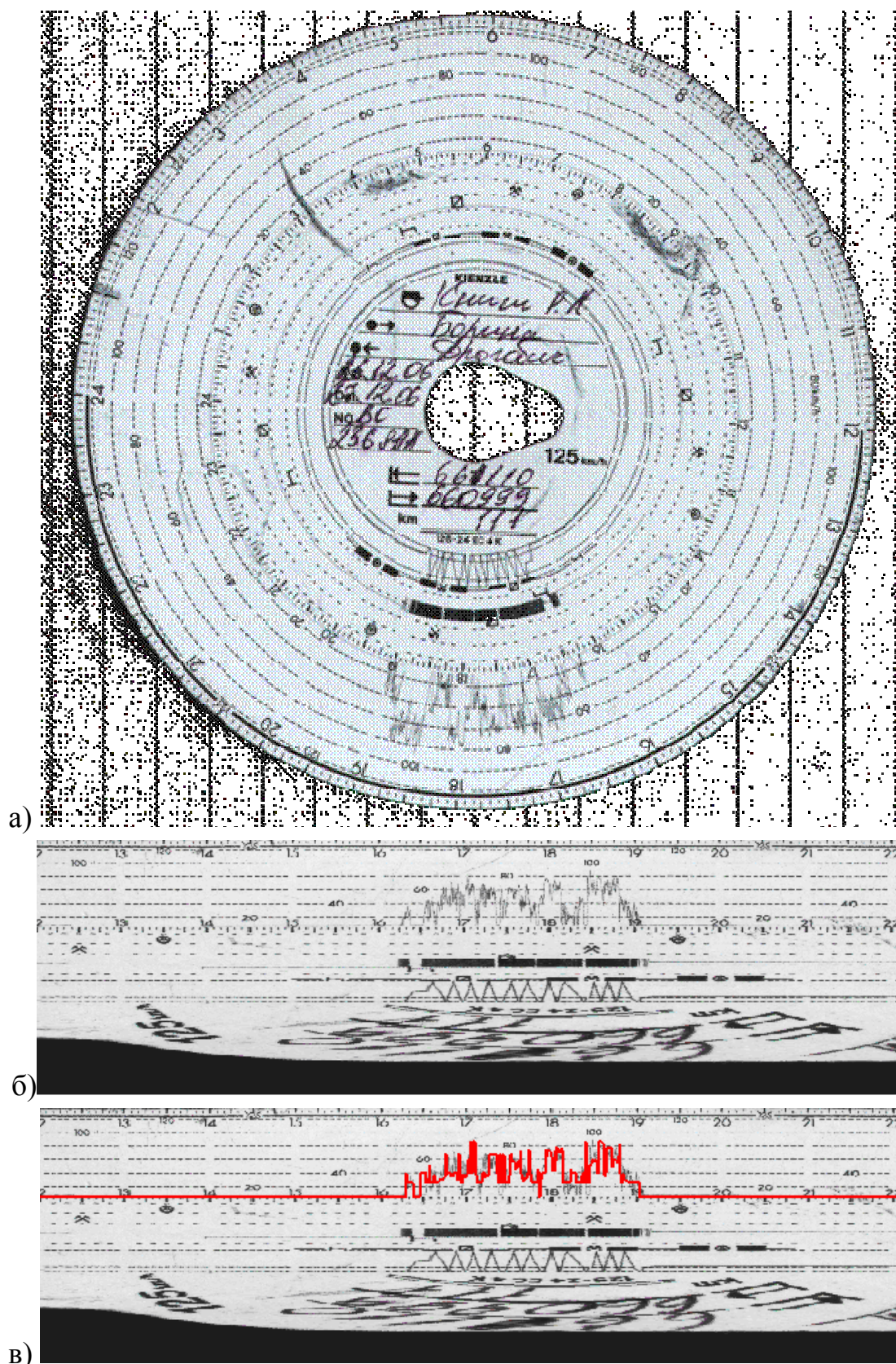


Рис. 1. Приклад тахограми для ділянки Бориня-Дрогобич: а) вихідне зображення; б) розгорнуте зображення, 12-24 год.; в) визначення лінії швидкості, 12-24 год.

3. Зображення розгортається в прямокутник – з декартових координат x, y визначаються полярні координати ρ, φ за таким правилом: $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$, $\varphi = \arctg y/x$ (рис. 1, б).

4. Виділяється за допомогою хвильового алгоритму [8] лінія залежності швидкості від часу (рис. 1, в).

Отриману залежність швидкості від часу можна представити у вигляді звичайного графіка, для подальшого аналізу зручно згладити методами ковзного середнього (за допомогою вбудованих засобів побудови графіків і діаграм Microsoft Excel (рис. 2).

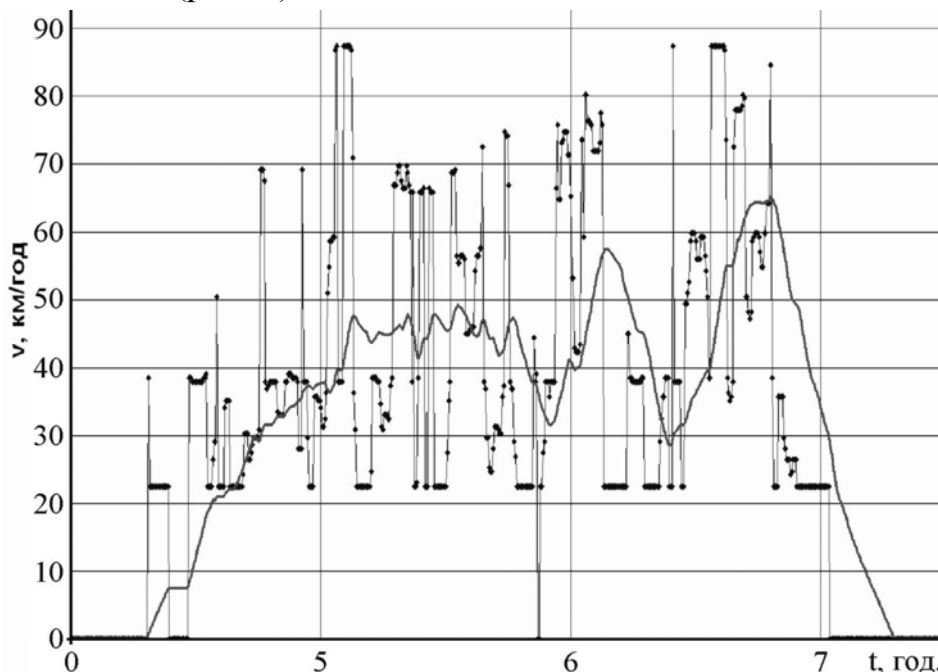


Рис. 2. Отримана залежність швидкості від часу та її згладжені значення

Параметри моделі знайдено за допомогою вбудованих засобів оптимізації Microsoft Excel.

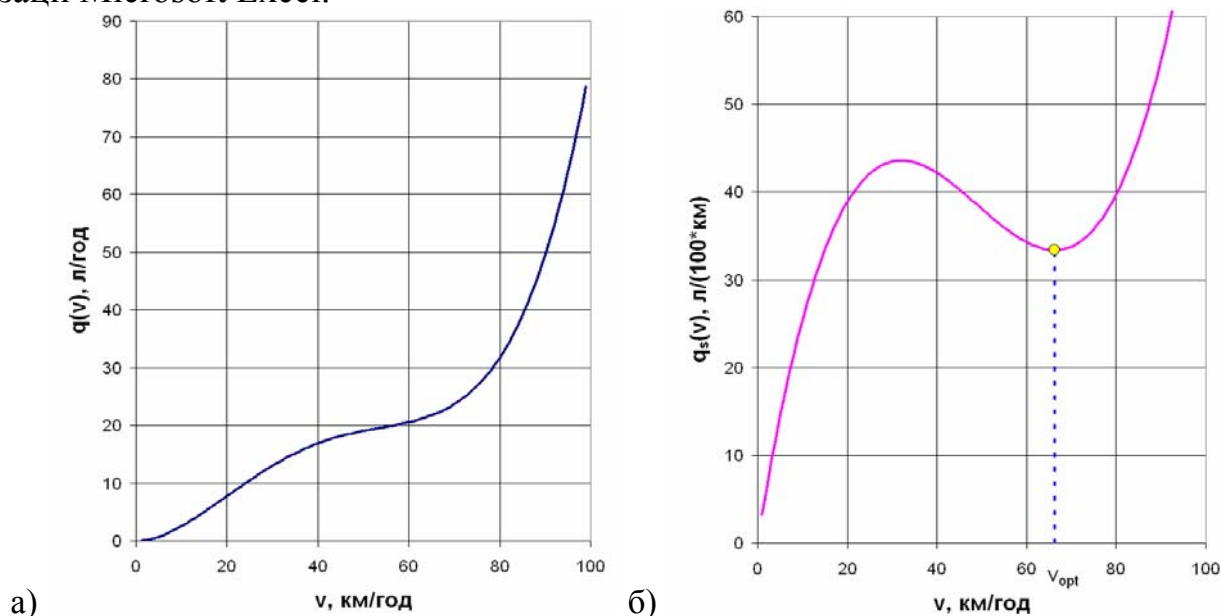


Рис. 3. Витрата палива: а) за одиницю часу, л/год.; б) на 100 км, л/(100 км)

Висновки

Внаслідок отримано такі значення параметрів моделі: $b_1 = 0.145976$, $b_2 = 0.004133$, $b_3 = 3.31441 \cdot 10^{-5}$; значення параметра $k' = 7/2$, отже, $\mu_1 = 2/9$, $\mu_2 = 2/11$, $\mu_3 = 2/13$.

На рис. 3 а вказано графік функції $q(v)$, л/год., побудований при цих значеннях параметрів моделі. Оптимальне значення середньої швидкості, що розраховувалось за формулою (14), $v_{opt} = 66.21$ км/год. (рис. 3 б), при цьому витрати палива будуть становити 33.38 л/(100 км), що на маршруті в 111 км дає економію 8.9 л. Зауважимо, що реально водій рухався із середньою швидкістю 41.84 км/год., отже, запропонована швидкість руху дасть економію не лише палива, але й часу доставки вантажу. Розрахована швидкість близька до рекомендованих нормативами. Таким чином, запропонована модель і методика дає цілком адекватні результати, які можуть бути використані перевізниками.

Література

1. **Топливная** экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями/ Т.У. Асмус, К. Боргнакке, С.К. Кларк и др.; Под ред. Д. Хиллиарда, Дж.С. Спрингера. – М.: Машиностроение, 1988. – 504 с.
2. **Гащук П.Н.** Оптимизация топливно-скоростных свойств автомобиля. – Львов: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1987. – 168 с.
3. **Гащук П.Н.** Энергетическая эффективность автомобиля. – Львов: Свит, 1992. – 208 с.
4. **Гащук П.М.** Энергопреобразующие системы автомобиля. – Харьков: РИО ХГАДТИ, 1998. – 277 с.
5. **Библюк, Р.В. Зінько, Дадак Р.М., Маковейчук О.М.** Залежність динамічних властивостей дволанкового автопотяга від пружної характеристики зчіпного пристрою// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2005, вип. 15.4. – С. 90-95.
6. **Библюк, Р.В. Зінько, Дадак Р.М., Маковейчук О.М.** Дослідження динамічних властивостей дволанкового автопотяга при подоланні одиначної перешкоди типу "сходи́нка"// Наук. вісник НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2006, вип. 16.1. – С. 113-119.
7. **Худсон Д.** Статистика для физиков: Лекции по теории вероятностей и элементарной статистике. – М.: Мир, 1967. – 242 с.
8. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.matlab.com>
9. **Клюфас С.І., Маковейчук О.М.** Новий алгоритм визначення опорних точок прив'язки зображень// Гідротехнологія, навігація, управління рухом та конструювання авіатехніки: Матер. 4-ї міжнар. наук.-техн. конф. – 2003, т. 2. – С. 12-16.

УДК 004.451(86)

*Ст. наук. співроб. Я.Г. Братівник, канд. техн. наук –
Львівський ДІНТіУ ім. Вячеслава Чорновола;
доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів*

ВИКОРИСТАННЯ ЧИСЕЛ ФІБОНАЧЧІ ДЛЯ КОДУВАННЯ ЧИСЛОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Розглянуто методику матричного шифрування/дешифрування числової інформації з використанням послідовності чисел Фібоначчі (числа "Фі"), у якій використано класичний математичний апарат – теорію матриць. Запропоновано методику виявлення і виправлення помилок у зашифрованій матриці, які виникають у каналах зв'язку. У цій методиці відповідними об'єктами коректування є натуральні десяткові числа різної величини, що має принципове значення для розвитку теорії кодування інформації.