

при звичайному, так і при перервному загостренні. Отже, аналізуючи отримані графіки можна зробити висновок, що за оптимальну швидкість різання за шорсткістю обробленої поверхні можна вибрати швидкість $V_r = 42$ м/с.

Наші дослідження показали, що використання абразивних кругів з перервною робочою поверхнею не призводить до припалювання різальних крайок вершин зубів, що дозволяє мати стабільну твердість різальних елементів. Вони також не погіршують шорсткість обробленої поверхні, яка нижча від показника $R_z = 20$ мкм, регламентованого ГОСТом 5524-75.

Отже, можна сподіватись на збільшення протизношувальної тривкості пилок, загострених перервними кругами. Крім того, значно збільшиться продуктивність загострення, оскільки можна буде працювати з більшими подачами. І, що дуже важливо, зменшиться енергомісткість процесу загострення.

Література

1. Даниелян А.М. Резание металлов и инструмент. – М.: МАШГИЗ, 1950. – 445 с.
2. Золотаревский В.С. Механические испытания и свойства металлов. – М.: Металлургия, 1974. – 301 с.
3. Самохоцкий А.И., Куняевский М.Н. Лабораторные работы по металловедению. Изд. 2-е переработ. М., "Машиностроение", 1971. – 183 с.

УДК 658.527.011.56

Асист. М.М. Мусик – УкрДЛТУ

СПОСІБ ГЕНЕРУВАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ЕРЛАНГА

Запропоновано новий спосіб генерування псевдовипадкових чисел, що підлягають закону розподілу Ерланга. Наведено порівняльний аналіз запропонованого і класичного способів.

М.М. Mysyk – USUFWT

Method of pseudorandom numbers generation subject to the Erlang distribution

The new way with single constructive complexity of pseudorandom numbers generation subject to the Erlang distribution is offered. The comparative analysis of the offered and classical ways is reduced.

Практично всі досліджені [1-3] тривалості технологічних операцій механічного оброблення деревини можна адекватно описати за допомогою закону розподілу Ерланга:

$$F(x) = 1 - \sum_{i=0}^{K-1} \frac{(Kx)^i}{i!} e^{-Kx}, \quad (1)$$

де: $F(x)$ – функція розподілу; K – коефіцієнт стабільності тривалості операції; x – відносне значення тривалості операції: $x = t/\bar{t}$; t і $\bar{t}$ – відповідно поточне і середнє значення тривалості операції.

Традиційно [1, 2, 4] генерування псевдовипадкових чисел, що підлягають закону розподілу (1), для потреб імітаційного моделювання автоматизо-

ваних виробничих систем деревообробної промисловості і не тільки здійснюється за допомогою так званого "методу логарифму":

$$X_E = -\ln(R_1 R_2 \dots R_K), \quad (2)$$

де: X_E – число з вибірки, що підлягає закону розподілу Ерланга ("ерлангівське число"); $R_1 R_2 \dots R_K$ – рівномірно розподілені на інтервалі (0,1) випадкові величини (надалі – $R(0,1)$).

Або, застосовуючи K операцій логарифмування, але уникаючи можливо-го досягнення "машинного нуля" у процесі обчислення добутку $R_1 R_2 \dots R_K$:

$$X_E = -\sum_{i=1}^K \ln R_i. \quad (3)$$

Спільний недолік виразів (1) і (2) – потреба в K рівномірно розподілених випадкових величинах, що призводить до значних затрат часу на генерування відповідних X_E чисел. Окрім того, у випадку імітаційного моделювання високостабільних виробничих систем, ми змушені застосовувати винятково вираз (2), погіршуючи ситуацію ще й необхідністю обчислення K логарифмів. На сьогодні відомо ряд досліджень щодо удосконалення такого способу [4, 5], але всі вони спрямовані лише на збільшення точності у діапазоні малих значень параметра Ерланга ($K \leq 5$). Такі значення параметра Ерланга (коефіцієнта стабільності) характерні лише для операцій первинного оброблення деревини. Для випадків високостабільних автоматизованих виробничих систем, таких як лінії та обладнання механічного оброблення брускових заготовок у меблевому виробництві, коли значення K може досягати декількох сотень, але тривалість такого процесу ще не можна вважати детермінованою [6], відомі методи підвищення точності втрачають актуальність. Тут на передній план виступає конструктивна складність алгоритмів генерування ерлангівських чисел.

Тому, з огляду на невисоку ефективність традиційних методів, актуальним є завдання знаходження нового, більш ефективного, способу генерування псевдовипадкових чисел, що підлягають закону розподілу Ерланга із великими значеннями коефіцієнта стабільності. Тут під більшою ефективністю будемо розуміти меншу конструктивну складність алгоритму, тобто, кількість $R(0,1)$ чисел, необхідних для генерування одного ерлангівського числа X_E . Очевидно, що найкращим у такому сенсі був би принцип "одне $R(0,1)$ – одне X_E ", причому, без застосування методу відбору (перевірки придатності згенерованого X_E).

Для розв'язку такого завдання спробуємо підібрати задовільну апроксиманту для функції розподілу (1). Тут слід зазначити, що практично всі відомі моделі технологічних операцій оперують лише двома першими моментами розподілу – математичним сподіванням (середнім значенням $\bar{t}$) та дисперсією D (коефіцієнт стабільності $K = \bar{t}^2/D$), тому до точності апроксиманти висуваються досить невисокі вимоги. Далі, застосувавши класичний підхід зі знаходженням оберненої функції, автоматично отримуємо бажаний ме-

тод "одне $R(0,1)$ – одне X_E ", очевидно, за умови, що апроксиманта матиме необхідну форму запису – щонайменше, без добутків і сум по K та до неї вдається знайти обернену функцію у символьній формі.

Як показали дослідження автора, одним із виразів, що задовільно (рис. 1) апроксимує (1), вже для $K > 5$ може бути

$$G(x) = 1 - \frac{1}{1 + x^{\sqrt{\pi K}} \sqrt[K]{K}}. \quad (4)$$

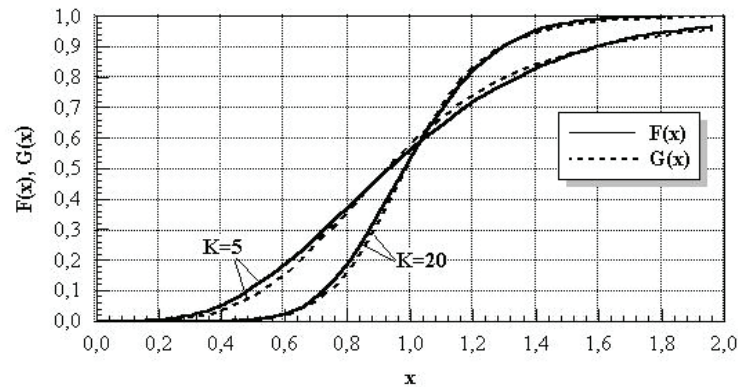


Рис. 1. Функції розподілу Ерланга $F(x)$ та їх апроксиманти $G(x)$

Точність такої апроксимації стандартними формальними методами тут досліджувати не будемо, а оцінимо її опосередковано – "за кінцевим результатом" – придатністю отриманого з апроксиманти виразу для перерахунку рівномірно розподіленого числа R у відносну тривалість технологічної операції x , що підлягає закону розподілу Ерланга. Зрештою, можливість опису вибірки певним законом розподілу визначається лише тим, чи приймається статистична гіпотеза щодо розподілу згідно з тим чи іншим критерієм (або сукупності критеріїв [6]).

Замінивши в (4) $G(x)$ на R знайдемо $x=f(R)$, що і буде шуканим виразом для генерування ерлангівських чисел:

$$x = \left(\frac{R}{(1-R) \sqrt[K]{K}} \right)^{\frac{1}{\sqrt{\pi K}}}. \quad (5)$$

Для оцінки якості та точності нового способу тестові вибірки для різних значень коефіцієнта стабільності генерувались як за класичним виразом (3), так і за новим (5), а їх відповідність теоретичному розподілу (1) перевірялась за допомогою критерію згоди χ^2 за відомою методикою [2, 5].

Оскільки якість класичного давача ерлангівських чисел однозначно визначається якістю генератора рівномірно розподілених чисел $R(0,1)$, то в результаті його застосування для генерування N вибірок зі закону розподілу Ерланга порядку K слід очікувати різних значень вибірових середніх, дис-

персій, а отже – й коефіцієнтів Ерланга K . Тому згенеруємо $N = 30$ вибірок по $n = 100$ чисел X_E (тривалостей операцій зі середнім значенням $\bar{t}=25$ с) для різних K ($K=20; 30; 50; 60$). Для кожної вибірки знайдемо оцінки її параметрів та за допомогою критерію Пірсона перевіримо гіпотезу про належність закону розподілу Ерланга відповідного порядку. Причому ці процедури проведено як для давача (3), так і для нового давача (5) зі застосуванням одного й того ж генератора рівномірно розподілених чисел. У результаті отримуємо по два набори вибірок для кожного K . На рис. 2 бачимо, що, як і передбачалось, маємо досить широкі діапазони варіацій оцінок, але, нема жодного випадку, коли б χ^2 набув значень більших, або, хоча б таких, що дорівнюють критичному значенню χ^2_{kp} . Отже, нема підстав вважати будь-яку вибірку такою, що не підлягає опису ерлангівським законом розподілу.

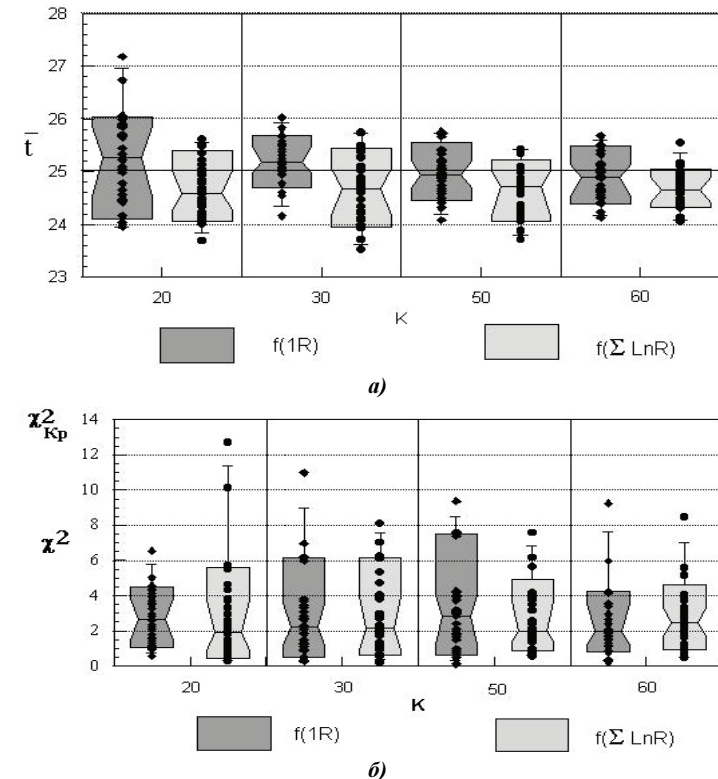


Рис. 2. Статистичні характеристики тестових вибірок з ерлангівського закону розподілу, отриманих методом суми логарифмів ($f(\sum \ln R)$) і запропонованим способом ($f(1R)$): а) – середні значення, б) – значення критерію Пірсона χ^2

Найменша варіація оцінок параметрів вибірок спостерігалася у реалізації запропонованого способу мовою C++ і давачем рівномірних чисел $X_{n+1} = 48271 X_n \bmod (2^{31} - 1)$ [5], приведеного до діапазону $R(0;1)$ без втрати точності, та у реалізації на Фортрані з давачем $Z_n = (X_n - Y_n) \bmod (2^{31} - 1)$ [5], де $Y_{n+1} = 40692 Y_n \bmod (2^{31} - 249)$, а $R_n(0;1) = Z_n / 2^{31}$.

Оскільки у жодному з досліджених випадків не було підстав відхилити статистичну гіпотезу про можливість опису тестових вибірок законом розподілу Ерланга, запропонований спосіб генерування псевдовипадкових чисел може бути застосований в імітаційному моделюванні автоматизованих виробничих систем деревообробної галузі. Найдоцільніше його застосовувати у випадку моделювання високостабільних, але ще не детермінованих тривалостей технологічних операцій.

Література

1. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д., Максимів В.М., Сорока Л.Я. Елементи теорії автоматичних ліній. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 192 с.
2. Максимів В.М. Моделювання процесів функціонування автоматизованих ліній деревообробки. – Львів: УкрДЛТУ, 1997. – 184 с.
3. Дудюк Д.Л., Максимів В.М., Сорока Л.Я. Моделювання і оптимізація технологічних потоків лісопереробки. – К.: ІСДО, 1995. – 418 с.
4. Пех П.А. Обґрунтування параметрів та структури рамних деревнопильних ліній (на прикладі лісопильних підприємств України). – Львів, 1999. Дис.... канд. техн. наук – 137 с.
5. Кнут Д. Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2000. – 832 с.
6. Мисик М.М. Щодо чисельного аналізу ефективності функціонування високостабільних автоматизованих виробничих систем деревообробної промисловості// Науковий вісник: збірник науково-технічних праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999, вип. 9.13. – С. 45-50.

УДК 674:047

Доц. Л.Я.Сорока, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЙ СТОЛЯРНО-МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА

Розглядаються шляхи підвищення ефективності ліній столярно-меблевого виробництва.

Doc. Lu.Ya. Soroka – USUFWT

The increasing of the furniture production effectiveness

The way of the furniture production effectiveness are investigated.

Сучасне промислове виробництво є сукупністю гнучких виробничих комплексів (цехового рівня), систем і служб, які забезпечують взаємодію та управління всією господарською діяльністю за допомогою ЕОМ, націлене на реалізацію "малолюдної" технології, здатне випускати широку, постійно обновлювану номенклатуру виробів і гнучко реагувати на зовнішні та внутрішні збурення з метою забезпечення роботоздатності. Основою такого виробництва в будь-якій галузі є гнучкі автоматизовані (чи автоматичні) лінії та

потоки (ГАЛП). Як об'єкти проектування і управління вони належать до нового класу систем, що відрізняються своєю складністю, комплексністю, багатofункціональністю і стохастичністю.

Дуже важливо ще на стадії розробки й проектування таких ГАЛП оцінити їх продуктивність, собівартість виготовлюваної на них продукції та інші кількісні показники якості їх функціонування, бо виготовлення дослідних зразків і їх натурне випробовування надто дорого обходяться для виробництва. Проте, це, як виявляється, не проста проблема. Ще складніше синтезувати оптимальні варіанти ГАЛП з наперед встановленими характеристиками і параметрами.

Існуюча дотепер практика проектування технологічних ліній в різних галузях виробництва, в тому числі для виробництва круглих сортиментів, пиломатеріалів, виробів з деревини, і аналізу процесу їх роботи не враховує повною мірою сукупного впливу імовірнісних чинників на процес функціонування автоматизованих потоків і ліній. Вони базуються в основному на найпростіших наближених моделях і результатах моделювання лише окремих варіантів ліній і не можуть забезпечити ні порівняльного аналізу та оцінки ефективності різноманітних варіантів ліній, ні оптимізації їх параметрів і компонування.

Основні причини становища, що склалося, такі:

- відсутність достатньо розроблених прикладних математичних методів для аналізу взаємодії верстатів і допоміжних механізмів у процесі їх роботи;
- недостатнє значення процесів взаємодії основного устаткування між собою та з допоміжними механізмами в технологічних лініях;
- недооцінка вимог оптимальності параметрів автоматизованих ліній та виробничих систем у цілому;
- слабкий розвиток, недостатні матеріальне, методичне і програмне забезпечення САПР проектних і проектно-конструкторських організацій.

Вибір принципових проектних варіантів ГАЛП у цілому, їх структурно-компонувальних схем як для машинобудування, так і для інших галузей виробництва, в тому числі лісопромислового комплексу, базується на розрахунку продуктивності, надійності, економічної ефективності. Але методи цих розрахунків розроблені ще недостатньо. Основні труднощі при оцінці очікуваної продуктивності полягають у визначенні розрахункового коефіцієнта міждільничого та міжверстатного накладання втрат робочого часу. Ця проблема стоїть перед спеціалістами вже майже півстоліття. І розв'язувати її ще складно, бо найпростіша лінія, що складається з двох верстатів чи дільниць, характеризується багатьма параметрами, що описуються імовірнісними залежностями. Тим більше, коли мова йде про об'єднання в лінії п'яти-десяти верстатів разом з механізмами живлення, буферними пристроями. До того ж, в теорії ймовірностей і теорії масового обслуговування ще не зроблено навіть методів аналізу таких систем.

Комплексна проблема аналізу і структурно-параметричного синтезу ГАЛП поділяється на ряд самостійних завдань, з яких найбільш важливе місце посідають такі:

- оцінка величини накладених втрат робочого часу і продуктивності ГАЛП залежно від структури, компонування і параметрів складових елементів, статистичних характеристик технологічних операцій;