

**Висновок.** Керування амплітудою вібротримачів за допомогою зміни шпаристості ШІМ синусоїдного сигналу спрощує принципову схему, зменшує її собівартість та габарити системи керування електромагнітним вібротримачем. Використання шпаристості не вносить ( $K_h$  менше ніж 6 %) істотних нелінійних спотворень (гармонік) у сигнал, яким живиться вібротримач.

1. Михайлов О.П. *Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: Учебник для вузов.* — М., 1990. 2. Погрібний В.О., Рожанківський І.В., Юрченко Ю.П. *Основи інформаційних процесів у роботизованому виробництві.* Львів, 1995.

УДК 681.3

О. Гарасимчук<sup>1</sup>, В. Дудикевич<sup>1</sup>, В. Максимович<sup>1</sup>, Р.Смук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет “Львівська політехніка”,

кафедра автоматики та телемеханіки,

<sup>2</sup>НВКП “Спаринг—Віст”

## ГЕНЕРАТОРИ ТЕСТОВИХ ІМПУЛЬСНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ ДОЗИМЕТРИЧНИХ ПРИБОРІВ

© Гарасимчук О., Дудикевич В., Максимович В., Смук Р., 2004

**Two algorithms of Poisson pulse sequence generators are considered and their statistic characteristics are investigated. To one of the algorithms the structure scheme of its realization, which is based on counter-type adder, is given.**

**Постановка проблеми.** Для дослідження характеристик дозиметричних приладів, їх налаштування і випробування використовують джерела іонізаційного випромінювання різної природи. Для широкодіапазонних дозиметрів, потужності експозиційної дози (ПЕД) випромінювання цих джерел повинні бути достатньо великими, що, природно, створює певні незручності у роботі з ними. Отже, існує необхідність створення генераторів, які б імітували вихідні імпульсні потоки детекторів і використовувались на етапах розробки і попередніх випробувань приладів.

Розробляючи тестові генератори, передовсім необхідно врахувати випадковий характер імпульсних потоків, що формуються в результаті детектування радіаційного випромінювання. Такий потік здебільшого можна зарахувати до пуассонівського [1], що описується відомою формулою:

$$P(k) = \frac{(Zt)^k}{k!} e^{-Zt}, \quad (1)$$

де  $P(k)$  — імовірність появи  $k$  подій на інтервалі часу  $t$  при інтенсивності процесу (середній частоті повторення імпульсів)  $Z$ .

Реальні детектори реєструють радіаційні частинки з втратами, що спричинені наявністю “мертвого часу”, і які зростають із збільшенням ПЕД. У цій роботі аспекти, пов’язані з наявністю “мертвого часу” детекторів, не розглядаються, і структури, що будуть описані нижче, можуть трактуватись як базові для створення досконаліших генераторів.

Генератори тестових сигналів можуть бути реалізовані як програмними, так і апаратними засобами, кожен з яких, зрозуміло, мають певні переваги і недоліки. Основними перевагами перших є їх універсальність і гнучкість, а останніх — висока швидкодія. Зважаючи на це, в роботі розглядають можливість побудови генераторів обох цих типів.

**Аналіз останніх досліджень.** Генератори пуассонівських імпульсних послідовностей (ГПП), як правило, будують на основі генераторів випадкових чи псевдовипадкових чисел з рівномірним законом розподілу [2]. Генератори випадкових чисел (ГВЧ) ґрунтуються на використанні певних фізичних явищ, наприклад, шумів напівпровідникових елементів. Вони, в принципі, можуть

забезпечити хороші статистичні характеристики, однак є менш технологічними і стабільними, оскільки їх параметри можуть змінюватись під дією зовнішніх чинників. Серед генераторів псевдовипадкових чисел (ГПВЧ) найпоширенішими є: лінійні конгруентні, дробові, генератори М-последовностей тощо [3, 4, 5]. Для дослідження якості ГВЧ і ГПВЧ використовують різні графічні і оцінкові тести [4, 6, 7].

Незважаючи на велику кількість публікацій, що стосуються побудови і дослідження характеристик ГВЧ і ГПВЧ, нині практично немає робіт, в яких виконано порівняльний аналіз характеристик ГПП і сформульовані чіткі рекомендації щодо їх використання.

Метою роботи є розроблення структур ГПП, що можуть бути реалізовані як програмними, так і апаратними засобами, і дослідження їх характеристик.

**Структури ГПП і їх дослідження.** Структурна схема ГПП з використанням стандартної функції мови Turbo Pascal `random` наведена на рис. 1. Генератор призначений для реалізації програмними засобами і містить блок формування випадкових чисел БФВЧ, схему порівняння СП і логічний елемент І.

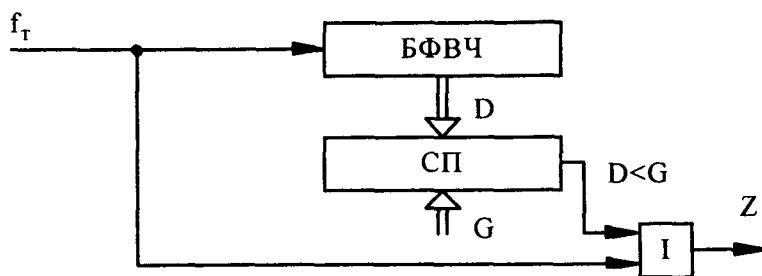


Рис. 1. Структурна схема ГПП з використанням функції `random`

З кожним вхідним імпульсом, частота повторення яких дорівнює  $f_T$ , на виході БФВЧ, завдяки виконанню функції `random`, формується чергове випадкове число  $D$ , значення якого знаходяться в межах  $0 < D < 1$ . Якщо  $D < G$ , де  $0 < G < 1$ , на виході СП формується сигнал, який дозволяє черговому вхідному імпульсу пройти на вихід генератора.

Середня частота повторення вихідних імпульсів ГПП визначається виразом

$$Z = G \cdot f_T. \quad (2)$$

З іншого боку, середня частота повторення імпульсів на виході блока детектування, без урахування його “мертвого часу”, залежить від значення ПЕД  $\lambda$  і чутливості детектора  $\gamma$ :

$$Z = \lambda \cdot \gamma. \quad (3)$$

Середня кількість імпульсів, що може бути зафіксована на виході ГПП чи виході детектора (який імітується генератором) за час вимірювання  $T_B$ , дорівнює:

$$k_{\text{сеп}} = T_B \cdot Z. \quad (4)$$

У таблиці наведено значення інтенсивності  $Z$  для різних значень ПЕД  $\lambda$  і значення  $k_{\text{сеп}}$  для різних  $\lambda$  і  $T_B$ . Дані таблиці отримані для  $f_T = 100$  кГц і  $\gamma = 0,02 \frac{\text{Гц}}{\text{МКР/год}}$ . У ній також наведені значення  $i_{\text{max}}$  — кількості вхідних імпульсів генератора, що відповідають часу  $T_B$ .

### Статичні характеристики ГПП

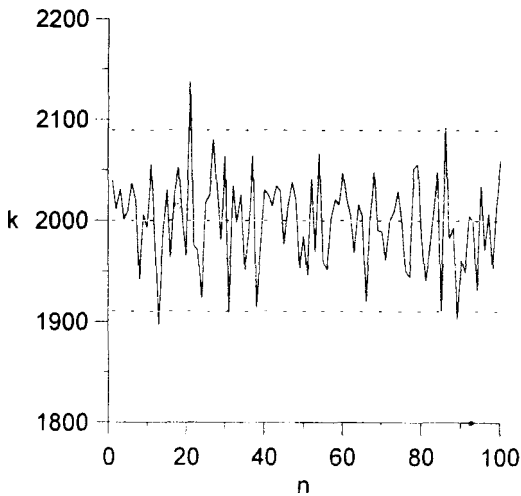
$\lambda$ , мР/год	G / H	Z, Гц	$k_{сер}$		
			$T_B=1с,$ $i_{max}=10^5$	$T_B=10с,$ $i_{max}=10^6$	$T_B=100с,$ $i_{max}=10^7$
0,01	$2 \cdot 10^{-6} / 2 \cdot 10^{-6} \cdot C$	0,2	0,2	2	20
0,1	$2 \cdot 10^{-5} / 2 \cdot 10^{-5} \cdot C$	2	2	20	200
1	$2 \cdot 10^{-4} / 2 \cdot 10^{-4} \cdot C$	20	20	200	2000
10	$2 \cdot 10^{-3} / 2 \cdot 10^{-3} \cdot C$	200	200	2000	$20 \cdot 10^3$
100	$2 \cdot 10^{-2} / 2 \cdot 10^{-2} \cdot C$	2000	2000	$20 \cdot 10^3$	$200 \cdot 10^3$
1000	$2 \cdot 10^{-1} / 2 \cdot 10^{-1} \cdot C$	$20 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$	$200 \cdot 10^3$	$2000 \cdot 10^3$

Статистичні характеристики ГПП можуть бути визначені за допомогою математичного моделювання його структури на відповідність пуассонівському розподілу, що описується (1). Однак якщо великі значення  $k$  і  $Z$  існують певні незручності у обчисленні  $P(k)$ . У зв'язку з цим у роботі використана інша можливість оцінки якості генератора.

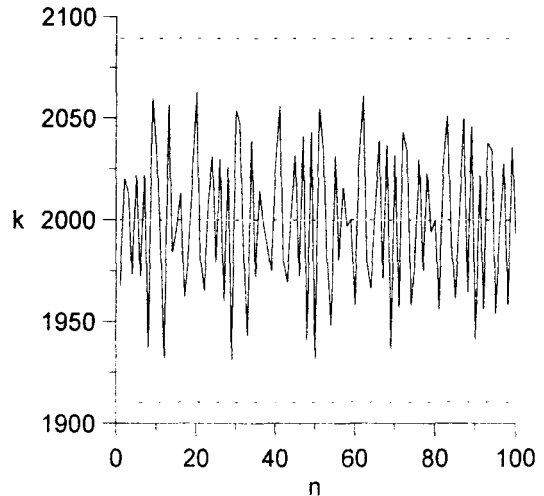
Відомо, що кількість імпульсів пуассонівського імпульсного потоку, що зафіксована за час  $T_B$ , з надійною імовірністю 0,95 міститься в межах [8]

$$k_{сер} - 2\sqrt{k_{сер}} < k < k_{сер} + 2\sqrt{k_{сер}}, \quad (5)$$

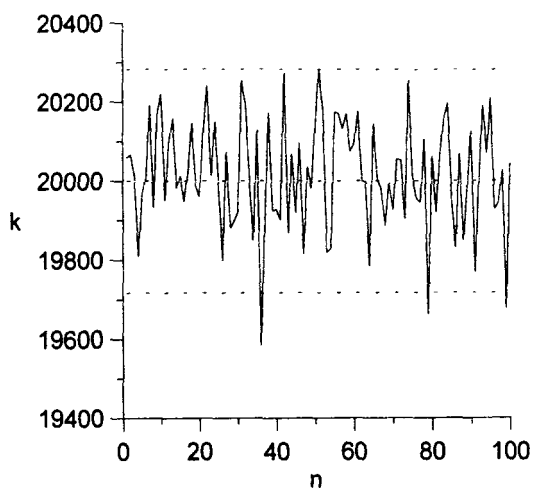
де  $k_{сер}$  визначається (4).



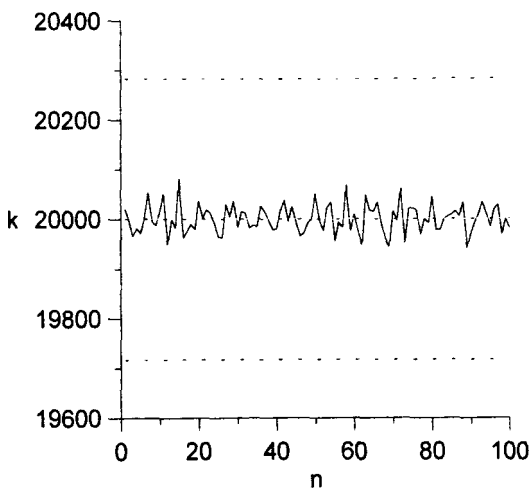
a)  $T_B=1с (i_{max}=10^5)$



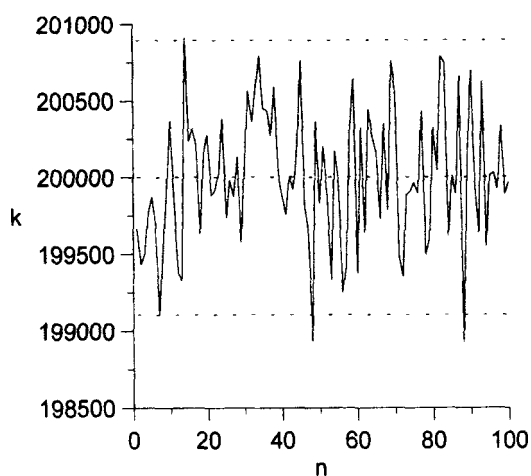
б)  $T_B=1с (i_{max}=10^5)$



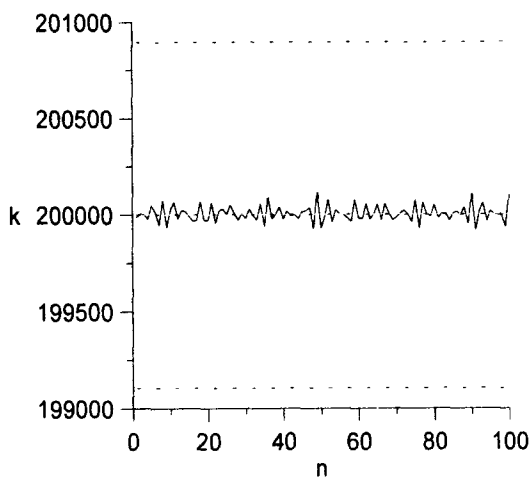
б)  $T_B=10c$  ( $i_{max}=10^6$ )



д)  $T_B=10c$  ( $i_{max}=10^6$ )



в)  $T_B=1c$  ( $i_{max}=10^5$ )



е)  $T_B=1c$  ( $i_{max}=10^5$ )

Рис. 2. Статистичні характеристики ГПП

Математичне моделювання ГПП, побудованого відповідно до структури на рис. 1, для різних значень  $Z$  і  $T_B$ , наведених у табл. 1, показало, що генератор відповідає критерію (5). На рис. 2, а наведено результати моделювання для  $\lambda = 100 \frac{\text{мР}}{\text{год}}$  ( $Z = 2000$  Гц) і для різних значень  $T_B$ . Тут використано такі позначення:  $k$  — кількість імпульсів потоку, що зафіксована за час  $T_B$ ,  $n$  — порядковий номер чергового інтервалу  $T_B$ .

Розробляючи ГПП з використанням функції `random`, корисною є можливість використання процедури `randomize`, яка дає змогу отримувати щоразу нові статистичні розподіли значень  $k$ .

Структурна схема ГПП на базі нагромаджувального суматора наведена на рис. 3.

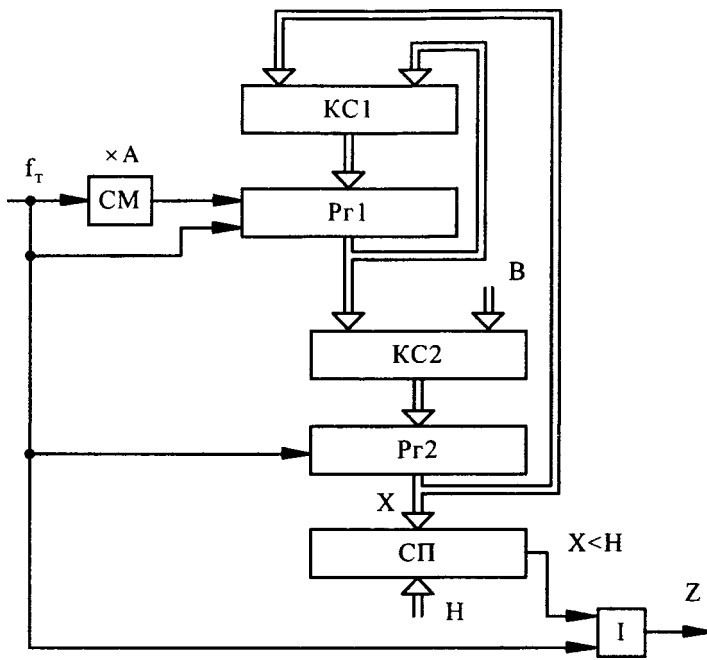


Рис. 3. Структурна схема ГППП на базі нагромаджувального суматора

В його склад входять комбінаційні суматори КС1 і КС2, регістри Pr1 і Pr2, схема множення СМ, схема порівняння СП і логічний елемент І. Робота пристрою ґрунтується на реалізації лінійного конгруентного методу формування псевдовипадкових чисел з рівномірним законом розподілу згідно з рівнянням:

$$X_{n+1} = (A \cdot X_n + B) \bmod C, \quad (6)$$

де  $C = 2^s$ , а  $A$ ,  $B$  і  $s$  — цілі додатні числа.

Кожний вхідний імпульс генератора викликає формування на виході СМ серії з  $A$  імпульсів. Завдяки цьому на виході нагромаджувального суматора, побудованого на комбінаційному суматорі КС1 і регістрі Pr1, формується добуток  $A \cdot X_n$ . Число  $A \cdot X_n + B$  формується на виходах КС2, а поточні значення  $X_n$  зберігаються в  $s$  молодших розрядах регістра Pr2. Поновлення чисел в Pr2 і обнулення вмісту Pr1 здійснюють вхідні імпульси пристрою. Якщо  $X_n < H$ , на виході СП формується логічний рівень, який пропускає вхідний імпульс через логічний елемент І на вихід генератора. Число  $H$  вибирають залежно від ПЕД  $\lambda$  за табл. 1. Так, наприклад, для  $\lambda = 100 \frac{\text{МР}}{\text{год}}$  —  $H = 2 \cdot 10^{-2} \cdot C$ .

Статичні характеристики ГППП визначаються виразом

$$Z = H \cdot f_m, \quad (7)$$

рівняннями (3), (4) і відповідають даним таблиці, якщо  $f_r = 100 \text{ кГц}$  і  $\gamma = 0,02 \frac{\text{Гц}}{\text{мкР/год}}$ .

Статистичні характеристики генератора істотно залежать від значень  $A$ ,  $B$  і  $C$ . У разі невдалого вибору цих значень пристрій не буде відповідати критерію (5) і, отже, сформована ним імпульсна послідовність не буде описуватись пуассонівським законом розподілу. Для ілюстрації цього на рис. 2, г наведено графіки розподілу, отримані для  $A = 109$ ,  $B = 12345$ ,  $C = 2^{20}$ , якщо  $\lambda = 100 \frac{\text{МР}}{\text{год}}$  ( $Z = 2000 \text{ Гц}$ ).

Отже, необхідно сформулювати певні вимоги до вибору значень  $A$ ,  $B$  і  $C$ , за умови, що  $C = 2^s$ , де  $s$  — ціле додатне число. Вони можуть бути такими.

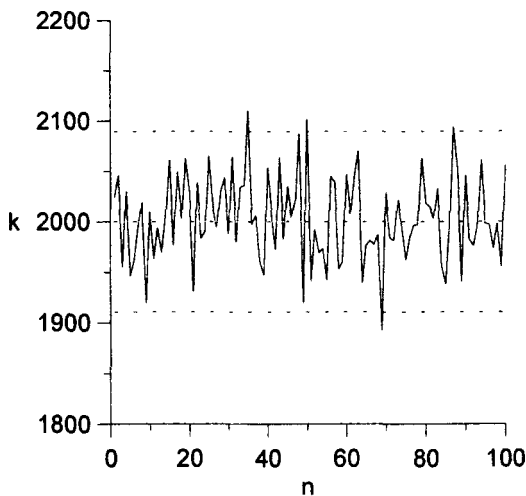
Значення  $C$  повинно відповідати співвідношенню

$$C > i_{\max} \cdot n_{\max}, \quad (8)$$

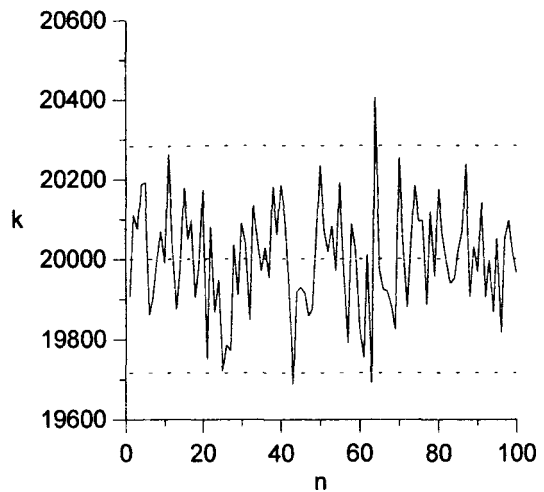
де  $n_{\max}$  — максимальна кількість інтервалів  $T_B$ , що аналізуються (в наведених прикладах  $n_{\max} = 100$ ). Це є необхідною умовою, щоб значення періоду повторення псевдовипадкових чисел  $X_n$  було більшим від максимально можливого часу роботи ГПП.

Значення  $A$  і  $B$  повинні вибиратись за відомими правилами для забезпечення максимально можливого періоду повторення  $X_n$ , що дорівнює значенню  $C$ . Зокрема, числа  $B$  і  $C$  повинні бути взаємно простими [4, 6, 7].

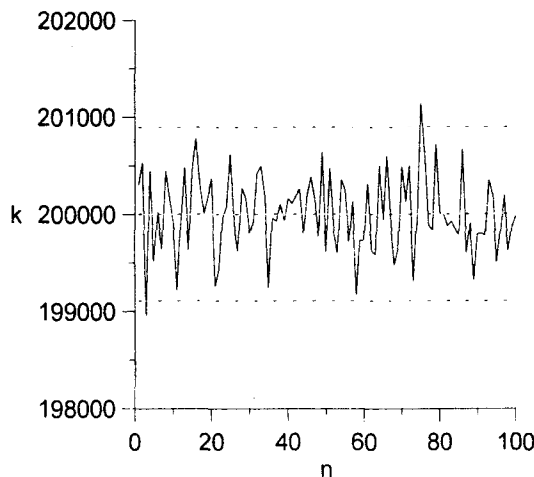
На рис. 4 наведено графіки статистичних характеристик пристрою на базі нагромаджувального суматора (рис. 3), отримані в результаті математичного моделювання при  $\lambda = 100 \frac{\text{МР}}{\text{год}}$  ( $Z = 2000$  Гц), для різних значень  $T_B$ . Вони одержані для значень  $C = 2^{30}$ ,  $A = 109$  і  $B = 12345679$ , що відповідають вищенаведеним вимогам. Оскільки характеристики загалом відповідають критерію (5), можна вважати, що ГПП формує імпульсну послідовність, наближену до пуассонівської.



а)  $T_B = 1c$  ( $i_{\max} = 10^5$ )



б)  $T_B = 10c$  ( $i_{\max} = 10^6$ )



в)  $T_B = 100c$  ( $i_{\max} = 10^7$ )

Рис. 4. Статистичні характеристики ГПП

Швидкодія пристрою, що розглядається, визначається переважно коефіцієнтом множення схеми СМ — числом А, а також швидкодією нагромаджувального суматора, побудованого на КС1 і Rg1, яка, своєю чергою, залежить від внутрішньої побудови комбінаційного суматора. Отже, підвищення швидкодії генератора можливе у разі зменшення значення А і збільшення швидкодії КС1.

Розглянутий ГПП може бути також реалізований програмними засобами з використанням мікропроцесорної техніки. Необхідно дотримуватись сформульованих у цій роботі вимог до вибору коефіцієнтів.

**Висновки.** Запропоновані ГПП генерують імпульсні послідовності, статистичний розподіл яких є близьким до пуассонівського. Вони можуть бути базовими для створення універсальніших генераторів з можливостями імітації “мертвого часу” детекторів іонізуючого випромінювання і змінами ПЕД в часі.

1. *“Particle Counting in Radioactivity Measurements // International Commission on Radiation Units and Measurements, (7910 Woodmont Avenue Bethesda, Maryland 20814, U.S.A.), 1994.* 2. Бобнев М.П. Генерирование случайных сигналов. М., 1971. 3. Гундарь К.Ю., Гундарь А.Ю., Янишевский Д.А., Защита информации в компьютерных системах. — К., 2000. 4. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ: В 3-х т. Получисленные алгоритмы. — М., 1977. 5. Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В.Ф. Шаньгина.— М., 2001. 6. Иванов М.А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. — М., 2001. 7. Иванов М.А., ЧуGUNKов И.В. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей. — М., 2003. (СКБ — специалисту по компьютерной безопасности). 8. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. К., 1983.

УДК 621.536.24

В. Гончаренко<sup>1</sup>, А. Мошнянський<sup>2</sup>, Й. Мисак<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра теплотехніки та теплових електричних станцій

<sup>2</sup>Одеський національний морський університет

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОВІДВЕДЕННЯ З РОБОЧОГО КРАЮ СВЕРДЛА

© Гончаренко В., Мошнянський А., Мисак Й., 2004

**There is a mathematical modelled heat state of the drill whith a copper layer along the drill's body. It is shown descent of temperature levels and gradients in a work zone. As a result is an improve the work conditions of the drill.**

**Постановка проблеми.** Нагрів і температура матеріалу інструмента під час механічної обробки конструкційних матеріалів є одним з факторів, що обмежують продуктивність цієї операції та істотно впливають на якість і точність виготовлення виробів і стійкість в роботі самого інструмента. Для зниження зазначених температур застосовуються, як відомо, різні методи.

У такому разі для поліпшення теплового стану свердла за рахунок інтенсифікації відведення тепла з найбільш напруженої зони біля ріжучого краю і зниження у цьому місці температурного рівня і повздовжніх градієнтів температур, запропоновано [1] у свердлі між двома зовнішніми сталевими пластинами розмістити мідний шар.