

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЛОКУ ДОЗИМЕТРИЧНОГО ДЕТЕКТОРА З ВІДНОВЛЕННЯМ ІМПУЛЬСНОГО ПОТОКУ**

© Максимович В., Смур Р., Сторонський Ю., 2006

**Досліджено статистичні характеристики блоку дозиметричного детектора, в якому відновлюється імпульсний потік, спотворений за рахунок мертвого часу детектора. Дослідження проводили за допомогою імітаційної моделі, в основі якої є генератор псевдовипадкової імпульсної послідовності.**

**The statistical characteristics of dosimeter detector block are investigated in the paper. The main peculiarity of block consists in reconstruction of pulse flux, that is distorting by detector dead time. The investigation was realized with the help of imitating model witch is based on pseudorandom pulse consequent generator.**

### **Постановка проблеми**

Одним із найефективніших способів розширення динамічного діапазону дозиметричних пристроїв під час вимірювання потужності експозиційної дози (ПЕД) є відновлення (реконструкція) вихідного імпульсного потоку детектора, спотвореного за рахунок його мертвого часу [1, 2]. Основною перевагою цього способу є те, що відновленням імпульсного потоку можна під час подальшої обробки отримати не тільки інтегральні (усереднені) характеристики, але й відслідковувати можливі зміни ПЕД під час вимірювання.

Вихідний імпульсний потік дозиметричних детекторів має випадковий характер. При цьому, якщо вважати, що мертвий час детектора дорівнює нулю, цей потік є імпульсною послідовністю за пуассонівським законом розподілу. Отже, актуальною є задача дослідження статистичних характеристик блоку дозиметричного детектора, яку можна виконати за допомогою відповідних моделей: моделі джерела іонізаційного випромінювання, моделі детектора і моделі пристрою відновлення імпульсного потоку.

### **Аналіз відомих досліджень**

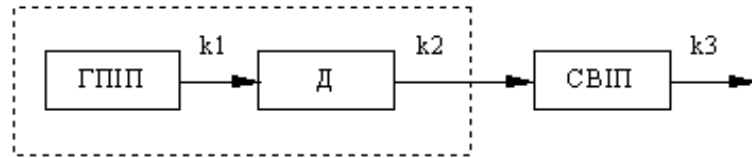
У роботах [3, 4] запропоновано структури і алгоритми генераторів пуассонівських імпульсних послідовностей (ГПП), які можна використати як джерело іонізаційного випромінювання. Доведено, що їхні характеристики відповідають необхідному статистичному розподілу. Модель детектора з мертвим часом непродовжувального типу, яка містить модель ГПП, запропоновано в роботі [5]. Принцип роботи пристроїв для відновлення вихідного імпульсного потоку детекторів, а також можливі варіанти розглянуто в роботах [1, 2] їхньої реалізації із статичними характеристиками. Однак, у цих роботах відсутній аналіз статистичних характеристик цих пристроїв і блоків детектування загалом.

### **Мета роботи**

Метою роботи є дослідження за допомогою імітаційної моделі статистичних характеристик блоку дозиметричного детектора з мертвим часом непродовжувального типу, в якому відновлюється імпульсний потік.

## Дослідження статистичних характеристик

Структуру створеної імітаційної моделі для дослідження статистичних характеристик блоку дозиметричного детектора наведено на рис. 1.



*Рис. 1. Структура імітаційної моделі для дослідження статистичних характеристик блоку дозиметричного детектора*

До її складу входять: модель генератора пуассонівської імпульсної послідовності – ГППП, модель детектора з мертвим часом непродовжувального типу – Д, модель схеми відновлення імпульсного потоку – СВПІ.

Середня кількість імпульсів на виході ГППП за час  $T_B$  дорівнює:

$$k_{1\text{сеп}} = T_B \cdot Z, \quad (1)$$

де  $Z$  – середня частота повторення вихідних імпульсів ГППП. Значення  $Z$  можна визначити так:

$$Z = \lambda \cdot \gamma, \quad (2)$$

де  $\lambda$  – ПЕД, а  $\gamma$  – чутливість детектора.

Середня частота імпульсів на виході детектора Д дорівнює [6]:

$$F = \frac{Z}{1 + Z\tau_m} = \frac{\lambda\gamma}{1 + \lambda\gamma\tau_m}, \quad (3)$$

де  $\tau_m$  – мертвий час детектора. Відповідно, середня кількість імпульсів на виході детектора за час  $T_B$ :

$$k_{2\text{сеп}} = T_B \cdot F. \quad (4)$$

У роботі використано одну з імітаційних моделей відтворення вихідного сигналу детектора з мертвим часом непродовжувального типу, запропоновану в [5]. Створена з використанням стандартної функції мови Turbo Pascal random, вона містить модель ГППП.

У роботі [5] показано, що кількості імпульсів  $k_1$  і  $k_2$ , зафіксовані за час  $T_B$  на виходах ГППП і Д відповідно, з надійною імовірністю 0,95 знаходяться в межах:

$$k_{1\text{сеп}} - 2\sqrt{k_{1\text{сеп}}} < k_1 < k_{1\text{сеп}} + 2\sqrt{k_{1\text{сеп}}}, \quad (5)$$

$$k_{2\text{сеп}} - 2k_m\sqrt{k_{2\text{сеп}}} < k_2 < k_{2\text{сеп}} + 2k_m\sqrt{k_{2\text{сеп}}}, \quad (6)$$

де  $k_{1\text{сеп}}$  визначається рівнянням (1),  $k_{2\text{сеп}}$  – рівнянням (4), а  $k_m$  – рівнянням

$$k_m = \frac{1}{1 + \lambda\gamma\tau_m}. \quad (7)$$

Принцип роботи СВПІ проілюстровано часовими діаграмами на рис. 2.

Спосіб відновлення імпульсного потоку [2] полягає в тому, що після кожного вихідного імпульсу детектора (рис. 2, а) формуються інтервали мертвого часу тривалістю  $\tau_m$  (рис. 2, б), після закінчення яких створюються цикли компенсуючих інтервалів, так само тривалістю  $\tau_m$ . За умови, що моменти закінчення компенсуючих часових інтервалів збігаються в часі з інтервалами мертвого часу (рис. 2, б), формуються компенсувальні імпульси. Цикл компенсувальних часових інтервалів закінчується, якщо не відбулось чергового збігу їхнього закінчення з інтервалом мертвого часу. Компенсувальні імпульси додаються до послідовності вихідних імпульсів детектора (рис. 2, в).

Максимальна кількість компенсувальних інтервалів в циклі  $k_{\text{max}}$  є обмеженою, що пояснюється скінченною кількістю структурних елементів у відомих схемотехнічних рішеннях СВПІ [1, 2]. За розробленою імітаційною моделлю досліджено статистичні характеристики СВПІ і блоку дозиметричного детектора загалом з урахуванням цієї обставини.

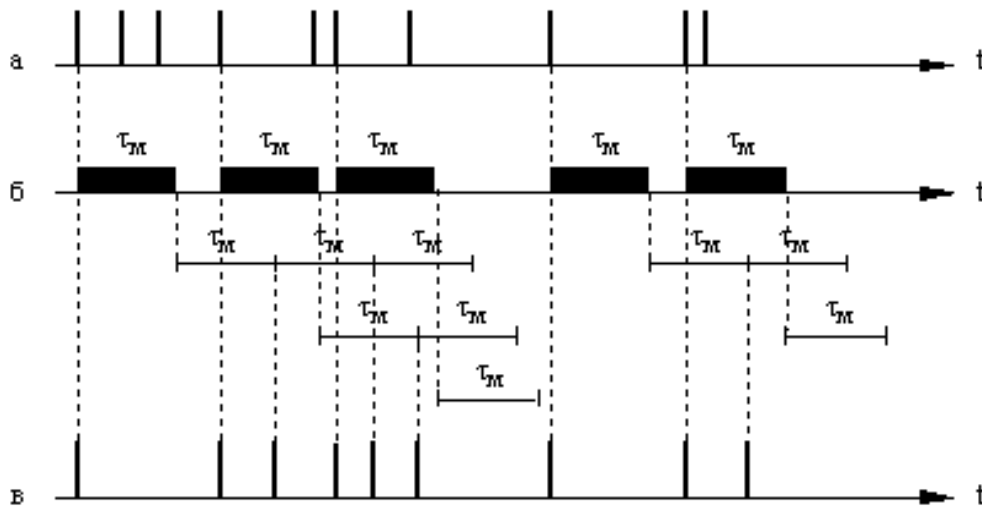


Рис. 2. Часові діаграми роботи схеми відновлення імпульсного потоку

На рис. 3 подано результати дослідження за  $\lambda = 10^6$  мкР/год,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/год}}$ ,  $\tau_m = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 3$ . На рис. 3, а – значення кількості вихідних імпульсів генератора ГППІ  $k_1$  для  $n$  тестів; на рис. 3, б – значення кількості вихідних імпульсів детектора Д  $k_2$ ; на рис. 3, в – значення кількості вихідних імпульсів схеми СВІП  $k_3$ . На рис. 3, а, в пунктирними лініями позначено середнє значення і межі за виразом (1) і (5), а на рис. 3, б – відповідно до виразів (4) і (6).

З наведених діаграм видно, що якщо  $k_{\max} = 3$ , не відбувається повної компенсації вихідних імпульсів детектора.

На рис. 4 наведено результати дослідження для тих самих параметрів випромінювання і детектора, але для  $k_{\max} = 7$ , а на рис. 5 – для  $k_{\max} = 10$ . При цьому треба зазначити, що вже у разі  $k_{\max} = 7$  спостерігається достатня компенсація, про що свідчить розкид значень  $k_3$  навколо його бажаного середнього значення (чи середнього значення  $k_1$ , що те саме). Однак розкид значень  $k_3$  є дещо більшим, ніж розкид значень  $k_1$ . Це збільшення спричиняє утворення додаткової складової похибки перетворення.

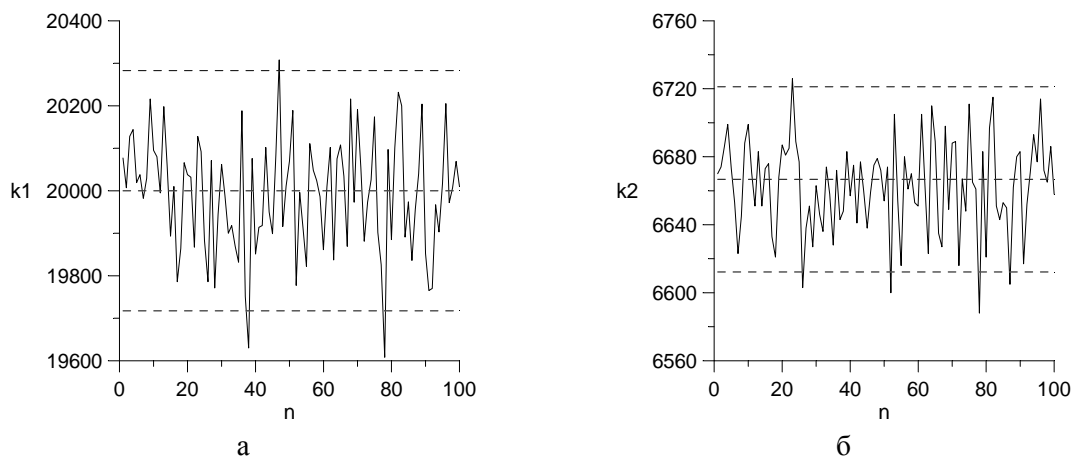


Рис. 3. Статистичні характеристики дозиметричного блоку

при  $\lambda = 10^6$  мкР/год,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/год}}$ ,  $\tau_m = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 3$

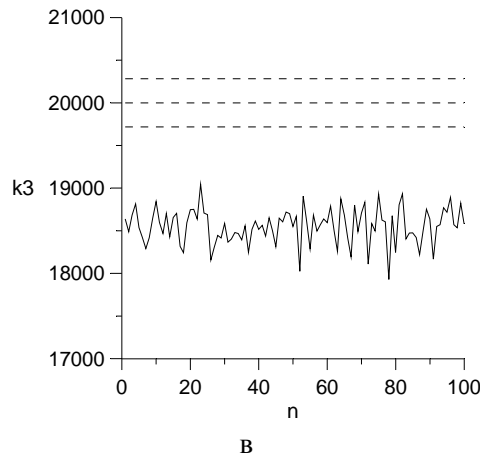


Рис. 3. (Продовження). Статистичні характеристики дозиметричного блоку при  $\lambda = 10^6$  мкР/ГОД,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/ГОД}}$ ,  $\tau_M = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 3$

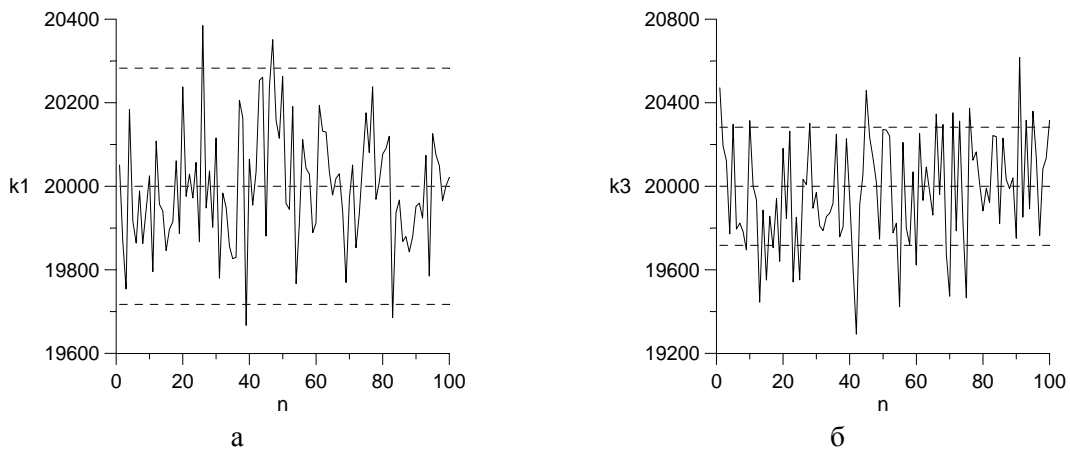


Рис. 4. Статистичні характеристики дозиметричного блоку при  $\lambda = 10^6$  мкР/ГОД,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/ГОД}}$ ,  $\tau_M = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 7$

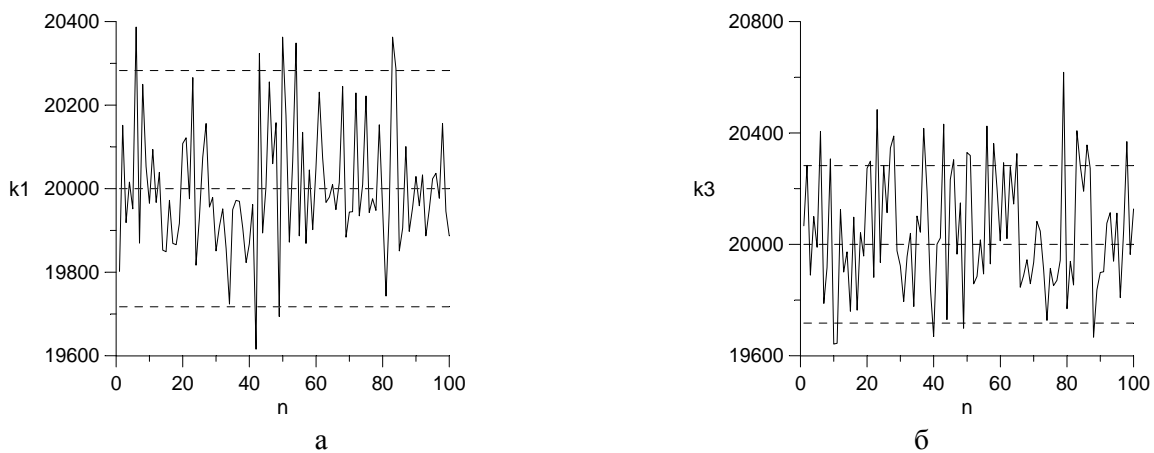


Рис. 5. Статистичні характеристики дозиметричного блоку при  $\lambda = 10^6$  мкР/ГОД,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/ГОД}}$ ,  $\tau_M = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 10$

На рис. 6 і 7 наведено статистичні характеристики дозиметричного блоку при  $\lambda = 5 \cdot 10^6$  мкР/год,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/год}}$ ,  $\tau_m = 100$  мкс і  $T_B = 1$  с. На рис. 6 для  $k_{\max} = 10$ , а на рис. 7 – для  $k_{\max} = 15$ .

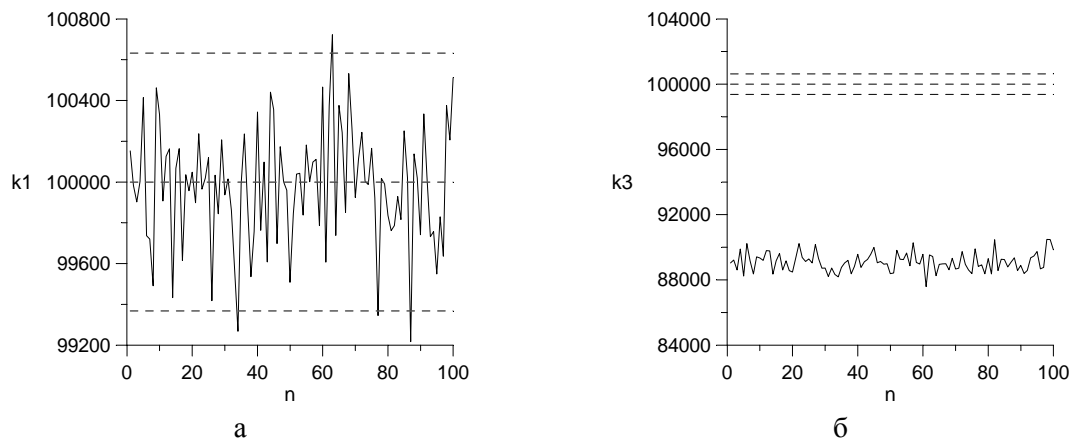


Рис. 6. Статистичні характеристики дозиметричного блоку

при  $\lambda = 5 \cdot 10^6$  мкР/год,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/год}}$ ,  $\tau_m = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 10$

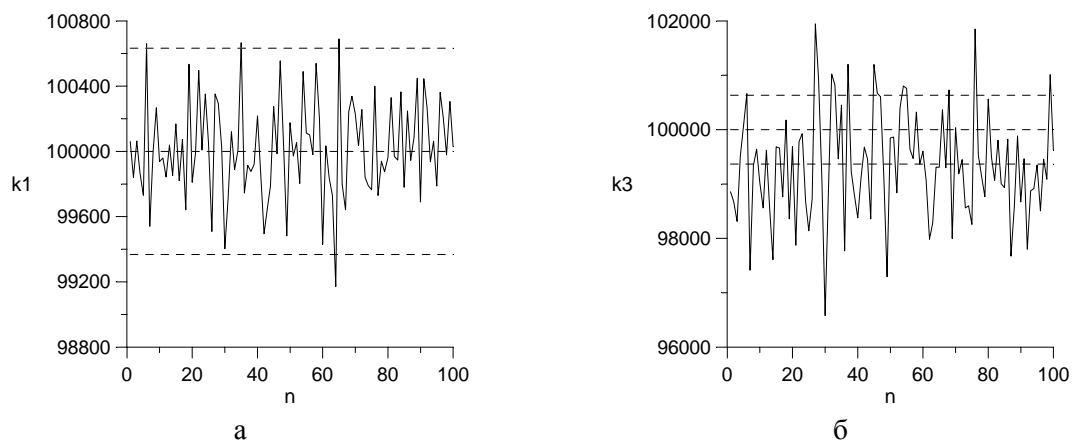


Рис. 7. Статистичні характеристики дозиметричного блоку

при  $\lambda = 5 \cdot 10^6$  мкР/год,  $\gamma = 0,02 \frac{\Gamma\text{ц}}{\text{мкР/год}}$ ,  $\tau_m = 100$  мкс,  $T_B = 1$  с,  $k_{\max} = 15$

## Висновки

Розроблена імітаційна модель є ефективним засобом дослідження статистичних характеристик дозиметричних детекторів із схемами відновлення імпульсного потоку. З її допомогою було відтворено розподіли значень кількості вихідних імпульсів блоку детектування за час вимірювання, для різних значень потужності експозиційної дози і різних параметрів схеми відновлення імпульсного потоку. При цьому встановлено, що із збільшенням максимальної кількості компенсувальних інтервалів у циклі ефективність відновлення покращується, однак при цьому виникає додаткова складова похибки перетворення.

1. А. с. 1364009, СССР. МКІ<sup>4</sup>G01T1/16. Способ определения интенсивности излучения / А.Н. Галушка. – Рег. 11.12.85. – 4 с. 2. А. с. 1496490, СССР. МКІ<sup>4</sup>G01T1/16. Способ определения интенсивности излучения / А.Н. Галушка. – Рег. 01.06.87. – 6 с. 3. Гарасимчук О.І., Максимович В.М. Генератори пуассонівського імпульсного потоку на основі генераторів М-последовательностей // Вісн.

Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2004. – № 521. – С. 17–23. 4. Гарасимчук О.І., Дудикевич В.Б., Максимович В.М., Смук Р.Т. Генератори тестових імпульсних послідовностей для дозиметричних пристроїв // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2004. – № 506. – С. 187–193. 5. Дудикевич В.Б., Максимович В.М., Смук Р.Т. Імітаційні моделі дозиметричного детектора з мертвим часом непродовжуючого типу // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2005. – № 530. – С. 46–52. 6. Орнатський П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К., 1983.

УДК 681.142.2

Р. Мельник, І. Дівесв

Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра програмного забезпечення

## АПРОКСИМАЦІЯ ВІЗУАЛЬНИХ ОБРАЗІВ ПІД ЧАС ЇХНЬОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

© Мельник Р., Дівесв І., 2006

**Розглянуто застосування експериментальної програми реалізації методу кластеризації до задачі апроксимації візуальних образів за допомогою покриття прямокутниками.**

**The test examples with the experimental software package based on the cluster approach are presented. The coverage of some visual patterns by rectangles as approximation problem is considered.**

### Вступ

Одним з можливих способів формалізації візуальних образів є розбиття їх на правильні геометричні фігури, наприклад, прямокутники. При цьому можливі три випадки: прямокутники покриття повністю відповідають образу, образ замінюється більшою частиною прямокутників кластеризації (меншу частину відкидають як несуттєву), образ замінюють надлишковими прямокутниками, тобто намагаються спроба його коригувати чи доповнювати у разі апіорі втраченої інформації. Розроблено та досліджено алгоритмів заміни візуальних образів прямокутниками за двома стратегіями апроксимації.

### Покриття образів кластерами – прямокутниками

Одним з підходів до розпізнавання образів є їхнє попереднє опрацювання з метою визначення найхарактерніших ознак. Збільшити кількість ознак можна також за допомогою кластеризації мікрообразів [1–4] внаслідок розбиття образів на частини сіткою з певним кроком на горизонтальній та вертикальній ординатах. Результатом кластеризації є формалізований образ, який описують у вибраному форматі, наприклад, координат прямокутників, трикутників тощо.

Кроки сітки можна подати як  $1 \times 1$ ,  $1 \times 2$ ,  $2 \times 1$ ,  $2 \times 2$  тощо. Клітини сітки містять різну кількість чорних пікселів, а принцип їхнього можливого групування визначають критерії алгоритмів об'єднання (згортання). Наприклад, для випадку поділу площини горизонтальними лініями з кроком на один піксель, а вертикальними – на два ( $1 \times 2$  або  $2 \times 1$ ) мікрокластер набуває яскравості із значень 1, 2 (кількість чорних пікселів в об'єкті). Яскравість клітинки, що утворюється внаслідок об'єднання, може набувати одного з набору значень: 2, 3, 4 тощо на вищих рінях згортання. Часткова наповненість кластерів коливається від 50 % (об'єднані тільки половинки) до 100% (об'єднані тільки заповнені клітинки).