

де  $F = \sum_l f_l$ ;  $n$  - кількість входів керування;  $m$  - кількість дискрет часу часової діаграми;  $f_l$  - кількість сигналів керування  $l$ -го фрагмента часової діаграми для обраного рівня ієрархії побудови апаратних засобів;  $L$  - кількість фрагментів часової діаграми, конфігурації яких не повторюються.

Умова вибору фрагментів така:

$$\forall i, j; i \neq j \{ [\varphi, \Pi\varphi, \neq \varphi, \vee \varphi, ] \Rightarrow |f_i| = |\varphi_i| + |\varphi_j| \} \vee \{ [\varphi, \Pi\varphi, = \varphi, \vee \varphi, ] \Rightarrow |f_i| = |\varphi_i| \}, \quad (16)$$

де  $\varphi_i, \varphi_j$  - фрагменти часової діаграми.

Структурна складність  $SH$ -моделі визначається аналогічним способом, що і програма. Відмінність лише в об'єкті розрахунків. Одержання структурної складності проводиться в три етапи:

1. Схема  $SH$ -моделі перетворюється в оргграф.
2. Оргграф кодується у вигляді матриці інциденції.
3. Розраховується значення нерівномірності матриці інциденції.

Місткісна складність  $SH$ -моделі дорівнює кількості комірок зовнішньої пам'яті, яка потрібна для розв'язання даної задачі  $\varphi_i, \varphi_j$ .

1. Математическая энциклопедия. Под ред. И.М. Виноградова. - М.: Советская энциклопедия, 1977. - в пяти томах.
2. Марков А.А. Теория алгорифмов. - М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1954 - 375 с. - (Труды МИАН. Т. 42).
3. Ахо А., Холкрофт Дж., Дж. Ульман Дж.. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. - М.: Мир, 1979. - 536 с.
4. Успенский В.А., А.Л. Семенов А.Л.. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. - М.: Наука, 1987. - 288 с.

УДК 621.397.3

## РЕДАКТОР СИНТЕЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ЗОБРАЖЕНЬ СИМЕТРИЧНОЇ СТРУКТУРИ

© К. Березька, О. Березький

Тернопільська академія народного господарства, м. Тернопіль

*Описано спроектований авторами редактор орнаментів. Наведено приклад синтезу та здійснено оцінку архівування орнаментів за допомогою створеного редактора.*

*The ornament processor, designed by its author is described. The example of synthesis is given as well as the estimation of ornaments archiving is made with the help of created processor.*

## Вступ

Симетрія – це фундаментальна особливість природи, яка охоплює всі форми руху і організації матерії [1, 2]. Протягом всієї історії людства симетрія відігравала важливу роль в мистецтві, науці, архітектурі тощо. Ще в 1891 р. Є.С.Федоровим було досліджено симетрію безконечних сітчастих орнаментів, яка вичерпується 17 групами, 16 з яких були описані К.Жорданом. Подальший розвиток науки про симетрію (симетричні групи перетворень) відображений в роботах Г.Вейля, Г.М.Кокстера, В.І.Вернадського, А.В.Шубнікова, А.М.Заморзаєва та ін.

Симетричні зображення-орнаменти являють собою широкий клас складних зображень, які зустрічаються в мистецтві, при побудові систем штучного інтелекту (розпізнаванні та генеруванні зображень), біології, хімії, фізиці та інших галузях знань.

Але, незважаючи на значну кількість досліджень, пов'язаних з методами моделювання, опису та синтезу складних зображень, ряд питань моделювання, генерування та архівування симетричних зображень вивчено недостатньо. Більше того, в розповсюджених універсальних графічних редакторах (*CorelDRAW*, *Adobe Photoshop*) відсутні функції моделювання та автоматичного генерування симетричних зображень. Тому актуальним є завдання розробки редактора складних симетричних зображень.

## Структура редактора

Орнамент складається з таких структурних частин [3]: підорнаменту (зображення побудованого на одній групі перетворень), рапорту (складова підорнаменту, яка є різною для кожної із груп симетрій) і мінімального рисунка – найменшої складової рапорту, який має асиметричну структуру. В роботах [3-7] запропонований метод синтезу та моделювання складних симетричних зображень-орнаментів, який базується на структурному підході [8] до опису складних зображень. Він містить алгоритми побудови груп перетворень [4-5], мову опису складних зображень [6] і алгоритми побудови рапортів [7].

На основі розроблених методу та алгоритмів спроектовано редактор зображень-орнаментів. Він складається з п'яти підсистем, кожна з яких реалізує окрему задачу, зокрема:

- детерміноване формування елементарного рисунка;
- стохастичне формування елементарного рисунка;
- формування орнаментних груп;
- формування підорнаментів;
- вивід орнаменту на друк.

Кожна із підсистем виконує наступні функції.

### Підсистема детермінованого формування елементарного рисунка:

- набір та редагування формули зображення;
- трансляція формули зображення;

- графічне подання формули зображення;
- зчитування та запис в базу даних (БД) формули мінімального рисунка та його зображення.

Підсистема стохастичного формування елементарного рисунка:

- автоматичне формування формули зображення за випадковими законами формування непохідних елементів, операцій над ними та їх кольорів;
- графічне подання формули зображення;
- зчитування та запис в БД формули мінімального рисунка та його зображення.

Підсистема формування орнаментних груп:

- автоматичне формування орнаментної групи (підорнаменту) на основі заданої групи, використовуючи синтезований мінімальний рисунок;
- зчитування та запис в БД формули підорнаменту та його зображення.

Підсистема формування орнаменту:

- автоматизоване формування орнаменту на основі створених підорнаментів;
- зчитування та запис в БД формули орнаменту та його зображення.

Підсистема виводу орнаменту на друк:

- вивід на друк цілого орнаменту;
- вивід на друк частини орнаменту;
- масштабування орнаменту.

Програмна система реалізована в середовищі мови програмування *Borland Pascal with Objects 7.0* під *Windows 95*.

### Алгоритм синтезу орнаментів

Управління роботою редактора здійснюється в інтерактивному режимі з використанням "віконної" технології. Структура головного меню наведена на рисунку. Воно складається з верхньої і правої панелей управління та екрану, в якому синтезується орнамент.

Кнопки верхньої панелі виконують такі функції:

1. Здійснюють масштабування, центрування і зміну розташування орнаменту та його складових.
2. Виконують операції з сіткою (зміна розміру, поява та зникнення). Сіткою розбивається екран для полегшення процесу синтезу.
3. Розміщують текстові рядки.
4. Переглядають, друкують, очищають орнамент та його складові.
5. Переглядають формули побудованого орнаменту.

Кнопки правої панелі виконують такі операції:

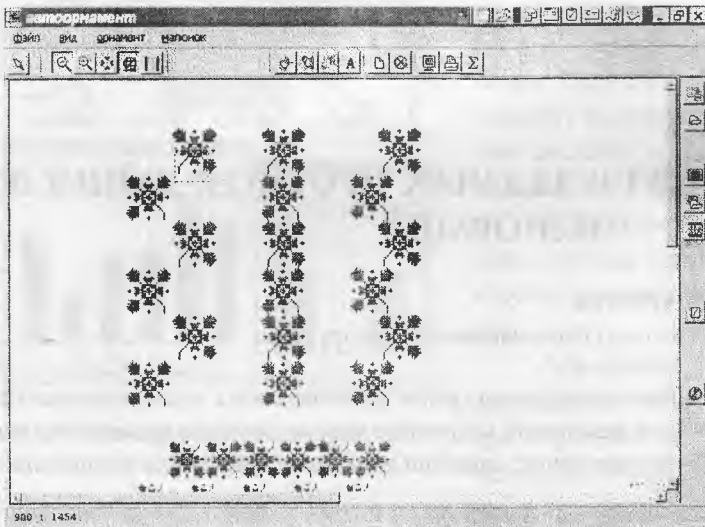
1. Зчитування та збереження орнаменту і мінімального рисунка.
2. Вибір типу сітки (прямокутна, шестикутна, трикутна).
3. Вибір виду групи симетрії (17 груп симетрії на площині і 7 груп на смузї).
4. Створення мінімального рисунка.

Алгоритм створення орнаменту полягає в:

- 1) формуванні мінімального рисунка, який здійснюється двома варіантами (синтезом нового рисунка чи завантаженням створеного із БД);
- 2) виборі необхідної групи симетрії (для заповнення з 17 груп симетрії на площині і 7 груп на смузі);
- 3) автоматичному формуванні редактором орнаменту, який відповідає вибраним параметрам.

Приклад синтезованого орнаменту групи симетрії *pg* наведено на рисунку.

### Оцінка архівування зображень



Головне меню редактора і синтезований орнамент.

*Microsoft Excel 7.0* показує, що середній коефіцієнт стиснення мінімальних рисунків становить 2, а середній коефіцієнт стиснення для підорнаментів дорівнює 11.

### Висновки

1. На основі запропонованого методу і алгоритмів синтезу та моделювання зображень-орнаментів розроблена програмна система (редактор орнаментів).
2. Розроблений редактор орнаментів дозволяє синтезувати і моделювати складні симетричні зображення на смузі і площині.
3. Зроблено оцінку коефіцієнтів архівування орнаментів, яка показує, що даний редактор дає змогу економно зберігати наявні орнаменти та створювати нові.

Проведемо аналіз (оцінку) архівування зображень за допомогою розробленого редактора. У таблиці показані об'єми пам'яті для мінімальних рисунків та підорнаментів відповідно у форматах *\*.bmp* та *\*.txt* (підорнамент описаний аналітичною формулою) при кількості ітерацій 3 та групі перетворень – *pg*. Здійснений аналіз у середовищі *Micro-*

1. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.

2. Вейль Г. Симметрия: Пер. с англ. М., 1968.

3. Березька К.М. Структурний метод опису складних зображень (на прикладах української вишивки) // Вісник ДУ "Львівська політехніка". Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. 1998. № 351. С. 172-177.

4. Березька К.М., Березький О.М. Автоматизоване генерування орнаментних зображень // Вісник ДУ "Львівська Політехніка". Прикладна математика. 1998. № 337. С.158-160.

5. Березька К.М. Алгоритми побудови груп перетворень // Вісник Львівського університету. Прикладна математика та інформатика. 1999. Вип.1. С. 8-12.
6. Березька К.М., Карлінський М.П. Мова опису складних зображень // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. 1997. №1. С.30-37.
7. Березька К.М. Опис, аналіз та синтез складних зображень // Інформаційні технології і системи. 1998. Т.1, №1/2. С.168-173.
8. Фу К. Структурные методы в распознавании образов. М., 1977.

УДК 621.142.4

## НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ В МЕЛІОРАЦІЇ

© М. Медниковський, Ю. Опотяк

Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури

*Розглядається задача прогнозування рівня ґрунтових вод в меліоративних системах з використанням технологій нейронних мереж. Описано постановку ряду задач, методику підготовки даних, наведено приклади їх успішного вирішення.*

*The problem of forecasting of parameters of a water regime of ground on reclaimed grounds with applying of know-how of neural networks is considered. The know-how of neural networks under condition of selection of adequate model are capable to execute forecasting of water regimes of grounds with adequate accuracy and will allow to establish complementarity and influencing of these parameters on a groundwater level. Problem set, data preprocessing for neural net learning and solutions of a few sample problems are presented.*

### Вступ

Вирішення проблеми вирощування програмованих врожаїв сільськогосподарських культур на меліорованих землях передбачає здійснення комплексу науково обґрунтованих меліоративних і агротехнічних заходів, серед яких провідне місце належить правильному регулюванню водно-повітряного режиму ґрунту. При цьому визначальним фактором поряд з низкою метеорологічних явищ та агротехнічних прийомів, є глибина залягання ґрунтових вод [1]. Сучасні меліоративні системи здатні реалізувати необхідні алгоритми управління рівнем ґрунтових вод при умові забезпечення достовірними прогнозами цього параметру. Завчасність таких прогнозів повинна становити 1...2 місяці.