

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

На правах рукопису

КОЛЬЦОВ Артем Володимирович

БАГАТОРІВНЕВІ КЛІТКОВІ АВТОМАТИ ТА ЇХ
ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

05.13.01 - Системний аналіз і теорія оптимальних рішень

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Харків 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00755636 (W)

AB 33.847

Дисертацією є рукопис.

робота виконана в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки.

Науковий керівник: Доктор технічних наук, професор В.Я.Терзіян.

Науковий консультант: Доктор технічних наук, професор М.Ф.Бондаренко.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор Горбенко І.Д.
2. Доктор технічних наук, професор Сіроджа І.Б.

Провідна організація: Національний технічний університет, "КПИ", м.Київ.

Захист відбудеться " ____ " _____ 1996 р. о ____ на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.25.06 у Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки за адресою: 310726, м.Харків, пр.Леніна, 14, fax: (0572) 40-91-13.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці університету.

Автореферат розіслано " ____ " _____ 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Е.О.Дедіков

0001 01/00/00

ЛННБ ім. В. Стефаніка
ЛННБ України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність і ступінь дослідженості дисертації.
Інтенсивність технічного прогресу і підвищення загального технологічного рівня пред'являє нові вимоги до систем аналізу і побудови моделей складних багаторівневих динамічних систем та процесів. Створення нових технічних й інформаційних систем вимагає більш могутніх засобів моделювання і аналізу. В той же час складність цих засобів не повинна підвищуватися з ростом складності зображених систем. Ці засоби повинні мати гнучкість і легко перебудовуватися для застосування в обчислювальних системах.

Одним із перспективних напрямків є моделювання складних динамічних систем за допомогою багаторівневих кліткових автоматів для проведення аналізу системи і пошуку оптимальних рішень по її керуванню. Багаторівневі моделі на основі кліткових автоматів володіють регулярною структурою, можуть легко перебудовуватися і зручні у випадку апаратної реалізації.

Актуальність проведених досліджень заснована на необхідності створення засобів автоматичної побудови моделей систем і процесів для можливості автоматичного аналізу і прогнозування поведінки систем для оцінки оптимальності рішень по їх керуванню. В цьому випадку актуальна проблема теоретичного опису таких засобів.

Мета роботи і основні задачі наукового дослідження.

Метою дисертаційної роботи є розробка теорії, комплексу математичних і програмних засобів дискретного динамічного моделювання на основі багаторівневого кліткового автомата і дослідження їх застосування до системного аналізу, інформаційних систем і теорії оптимальних рішень.

Основні задачі наукового дослідження:

розробка основних принципів і положень теорії багаторівневих кліткових автоматів;

створення механізму автоматичної побудови кліткового метаавтомата;

розробка методології застосування моделей кліткових метаавтоматів до задач оптимальних рішень;

розробка методики синтезу моделі процесу на основі кліткового метаавтомата;

дослідження моделей кліткових автоматів і метаавтоматів з врахуванням часових факторів;

створення математичного апарату для опису задач, вирішуваних в рамках теорії кліткових автоматів і метаавтоматів;

дослідження додатків багаторівневої моделі кліткового автомата;

підвищення точності прогнозування динаміки розвитку процесу чи системи по їх моделі на основі метаавтомата;

розробка алгоритму автоматичної побудови моделі на основі кліткового автомата за послідовністю станів системи чи процесу.

Теоретична і практична цінність дослідження і його наукова новизна. Дослідження, що були здійснені в дисертаційній роботі, дозволили:

підвищити ефективність дискретного динамічного моделювання;

автоматично створювати прості моделі ієрархічних систем з регулярною структурою;

ефективно обробляти растрові зображення;

одержувати практичні результати із застосуванням розроблених алгоритмів і рішень;

запропонована методика моделювання складних динамічних систем на основі моделі багаторівневого кліткового автомата;

розроблені алгоритми синтезу кліткових метаавтоматів на основі аналізу складних процесів;

запропонована методологія застосування моделей кліткових метаавтоматів до задач оптимальних рішень;

запропонований математичний апарат для опису задач, вирішуваних в рамках теорії кліткових автоматів і метаавтоматів;

розроблені програмні інструментальні засоби моделювання і дослідження кліткових автоматів з урахуванням часових факторів.

Рівень реалізації і впровадження наукових розробок.

Дисертаційна робота виконана в відповідності з тематикою науково-дослідницьких робіт № ДР 0194U004649 (шифр 148-1) "Ескізний проект експертної системи діагностики АЕС"; № ДР 0194U038479 (шифр 381-1) "Розробка моделі метазнань і їх програмних застосувань на основі багаторівневих динамічних математичних засобів для використання в системах комп'ютерного навчання"; № ДР 0195U023483 (шифр 409-1) "Розробка нової концепції математичного інтерактивного моделювання і створення на її основі наукової програми розробки нового покоління інтелектуальних систем".

Результати виконаних досліджень використані при розробці і проектуванні:

програмної системи для моделювання в часі стану магнітного шару носіїв на магнітних дисках на заводі "Калькулятор" м.Світловодська;

моделі управління інформаційними потоками і комп'ютерної мережі з системою захисту інформації на ПО "Кінескоп" м.Львова;

програмної системи попередньої обробки зображень, отриманих шляхом сканування текстової інформації в Управлінні

промисловості та енергетики Харківської обласної державної адміністрації.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на Міжнародній науково-технічній конференції microCAD`94 "International Computer Science Conference" з проблем розпізнання образів (м.Харків, Україна, 1994 р.); на Міжнародній науково-технічній конференції microCAD`95 "International Meeting on Information Technology" з проблем моделювання динаміки складного об'єкта (м.Харків, Україна, 1995 р.); на 5th International Summer School (університет міста Ювяскюля, Фінляндія, 1995 р.); на 1й Міжнародній науково-практичній конференції "Мови мозку і тіла людини: проблеми й практичне застосування в діяльності органів внутрішніх справ" (м.Орел, Росія, 1995 р.). Програмні продукти, створені по темі дисертації, подавалися на Міжнародному семінарі "Information Systems and Software Engineering" (м.Харків, Україна, 1995р.) і на Міжнародній студентській виставці-ярмарку (м.Харків, Україна, 1994р.)

Публікації. По темі дисертації надруковано 7 робіт.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновку, містить 21 малюнок, 4 таблиці, список зносок із 103 найменувань і 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 203 сторінки.

Особистий внесок у наукові результати, що виносяться на захист:

використання теорії багаторівневих кліткових автоматів для побудови засобів створення дискретних динамічних моделей;

алгебра кліткових автоматів, процесів та правил;

принципи побудови кліткових метаавтоматів;

розробка методики використання моделей кліткових метаавтоматів до задач оптимальних рішень;

розробка методики моделювання складних динамічних систем на основі моделі багаторівневого кліткового автомата;

розробка алгоритмів синтезу кліткових метаавтоматів на основі аналізу складних процесів;

розробка алгоритмічного і програмного забезпечення на основі запропонованих засобів обробки інформації за допомогою кліткових автоматів і метаавтоматів.

Методологія і метод дослідження предмета. В основу теоретичних досліджень покладено: теорія автоматів, теорія інформації, алгебра кінцевих предикатів, об'єктно зорієнтоване проектування.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність проблеми, яка розглядається в роботі, показано загальну структуру роботи і короткий зміст основних розділів дисертаційної роботи.

У першому розділі проведений аналіз існуючих засобів моделювання й аналізу динамічних систем. Розглянуті мережі Петрі як математичний інструмент дослідження динамічних систем. Теорія мережі Петрі розроблена до дійсного часу достататньо глибоко і застосовується також для моделювання паралельних процесів і систем. Мережі Петрі дозволяють моделювати й алгоритмічно описувати динаміку протікання паралельних процесів і причинні зв'язки між ними. Розглянута математична логіка як засіб формалізації деяких сторін інтелектуальної діяльності людини. Розглянуті автомати як окремі класи динамічних систем. Системи цього класу часто використовуються в техніці, особливо в автоматичній, телемеханіці, обчислювальній техніці. Обчислювальні машини і деякі автоматичні системи є прикладами автоматів. Розгляд всього класу динамічних систем дозволяє вивчати їх загальні закономірності і розробляти методи їх аналізу і оптимального

синтезу. З розвитком техніки, особливо в зв'язку із створенням швидкодіючих обчислювальних систем, все частіше виникає необхідність у побудові моделей динамічних систем з кінцевою безліччю станів, із заданими властивостями і параметрами, і теорія автоматів допомагає вирішувати ці проблеми.

Приводиться оглядовий аналіз засобів і методів побудови моделей динамічних систем і їх аналізу, опис деяких практичних додатків застосування цих засобів для обробки інформації. Терміном "динамічні системи" позначені системи, в яких процеси розвиваються в часі. Динамічна система в кожній момент часу характеризується деяким числом станів (кінцевим чи безкінцевим). Процеси в динамічній системі характеризуються зміною станів в часі і можуть описуватися у вигляді рівнянь. В загальному вигляді розглянута задача теорії прийняття рішень, складена в пошуку шляху досягнення мети на основі вихідних умов. Рішення задачі - досягнення мети - забезпечується вибором послідовних дій, які приведуть об'єкт у бажаний стан.

Приведені практичні додатки деяких динамічних моделей на прикладі систем стиснення і захисту інформації.

Розглянуті галузі застосування традиційних кліткових автоматів. Приведені попередні відомості з теорії кліткових автоматів як засобів побудови моделей фізичних і інформаційних систем.

Клітковий автомат являє собою простір, заповнений рівномірною сіткою, кожна клітка якої, може знаходитися в одному з конкретних станів, кількість котрих кінцева. Закони переходів з одного стану в інший визначаються одиничним набором правил, за яким будь-яка клітка на кожному кроці розраховує свій новий стан по станах її ближніх сусідів (див. малюнок 1).



Малюнок 1 - Фрагмент поля кліток традиційного кліткового автомата

Таким чином, закони системи є локальними і скрізь однаковими. Локальність значить, що для того, щоб знати, що трапиться на наступному кроці, достатньо подивитися на стан ближнього оточення: ніяка подальша діяльність не допускається. Однаковість означає, що закони зміни стану однакові для всіх кліток автомата.

Сформульована мета і задачі дисертаційної роботи, в основі яких покладена розробка основ теорії багаторівневих кліткових автоматів і дослідження апарата моделювання багаторівневих динамічних систем, створеного на її основі.

У другому розділі приводяться основи теорії кліткових автоматів, розглядається формальне пред'явлення кліткових автоматів за допомогою різних підходів. Розглянені основні властивості традиційних кліткових автоматів, таких як:

локальність - стан окремої клітки на наступному кроці визначається тільки на основі стану її ближчих сусідів шляхом застосування відповідного правила;

однорідність - на будь-яку клітку поля автомата може діяти тільки правило, яке входить у набір правил даного кліткового автомата;

кінцевість - кількість станів будь-якої клітки кінцева і належить одному й тому ж набору станів;

стаціонарність - набір правил автомата не змінюється в часі і залишається одним і тим же протягом всієї роботи автомата;

дискретність - час в автоматі проходить дискретними кроками, на кожному кроці може змінюватись тільки стан поля кліток автомата.

Вводиться оригінальний метод опису традиційних кліткових автоматів, суть якого складається в поданні кліткового автомата в вигляді трійки:

$$K(t) = \langle S(t), R, P \rangle,$$

де $S(t)$ - поле кліток, взяте в нинішній момент часу t ; R - набір правил, постійний для даного автомата, при чому для розрахунку наступного стану клітки використовується не тільки стан її ближчих сусідів a і стан самої клітки; P - процес, породжуваний клітковим автоматом, складений із безлічі станів в часі $\{S(t-n), \dots, S(t-1), S(t), S(t+1), \dots, S(t+n)\}$, де n ціле позитивне число, $n \rightarrow \infty$.

Під процесом, породженим клітковим автоматом, мається на увазі послідовність станів поля кліток кліткового автомата в часі. Під станом всього поля кліткового автомата в момент часу t розуміється стан набору правил і поля кліток автомата.

Введено співвідношення між полями кліток двох різних кліткових автоматів - ідентичність, а також операція їх складання.

Окремим параграфом розглядаються основні положення алгебри процесів. Введені поняття стаціонарного і періодичного

процесу в контексті процесів, народжуваних клітковими автоматами. Розглянуті поняття ідентичності і еквівалентності двох процесів. Визначена операція складення двох процесів і умови її виконання. Виділені спеціальні різновиди процесів: нульовий, обернений за значенням, обернений у часі. Розглянута однорідність процесу в часі: процес P , народжуваний автоматом $K(t)$, є однорідним в часі, коли існує:

$$S(t) \Rightarrow S(t+1) \text{ и } S(g) \Rightarrow S(g+1)$$

і з рівності $S(t) = S(g)$ витікає

$$S(t+1) = S(g+1).$$

Доведена теорема: якщо процес P періодичний, починаючи з часу t , то він може стати неперіодичним. Дається означення нормального процесу: нормальний процес - ненульовий, нестационарний і неперіодичний, тобто з плином часу поле кліток зміниться в співвідношенні з правилами, не повторюючи попередні конфігурації.

Ставиться задача розподілу деякого процесу P на суму більш простих процесів. Така необхідність виникає тоді, коли процес P дуже складний, щоб генеруватись клітковим автоматом, або можливий клітковий апарат для генерації такого процесу практично неможливо побудувати. Розподіл складного процесу на суму простих схожий розкладові складної функції в ряди. При розкладі процесу можлива деяка аналогія: отримуємо деякі ряди процесів, генеруючих автоматом, і похибність у вигляді процесу, для якого неможливо збудувати автомат.

Введена алгебра правил. Правила в наборі R складаються з умовної (лівої) і результуючої (правої) частини. Для пред'явлення правил використовується продукція. Введемо наступний опис правила:

$$r_k : \text{if } (\text{condition}) \text{ then } s_{\text{new}},$$

де k - номер правила; *condition* - умови, в яких знаходиться клітка: стан самої клітки і стан її ближніх сусідів; s_{new} - новий стан клітки.

Дані означення рівності, еквівалентності і конфліктності правил. Визначені відношення рівності, еквівалентності, зворотності в часі і зворотності за значенням між двома наборами правил.

Розглянута задача визначення характеру процесу без роботи кліткового автомата, де вихідними умовами є задана конфігурація поля і набір правил.

Розглянуті різновидності кліткових автоматів в контексті алгебри автоматів: нульовий $K_0(t)$ - породжуючий нульовий процес P_0 , стаціонарний $K_c(t)$ - породжуючий стаціонарний процес і періодичний $K_p(t)$ - породжуючий періодичний процес.

Розглянута еквівалентність, тотожність і рівність двох кліткових автоматів. Введені поняття зворотного і нульового кліткового автомата. Поставлена задача побудови кліткового автомата для генерації процесу.

Введено поняття часового набору правил. Набір правил $R(t)$, змінюваний в часі - *часовим набором правил*, а правила, які входять до нього - *часові правила*.

Часовий набір правил $R(t)$ визначає правила переходу поля із стану $S(t)$ в стан $S(t+1)$, а потім сам змінюється і переходить в набір правил $R(t+1)$ в залежності від значення внутрішніх таймерів правил.

Часові правила в наборі $R(t)$, так як і звичайні правила, складаються з умовної (лівої) й результуючої (правої) частин, але крім цього кожне правило має внутрішній таймер, значення котрого визначає стан правила в поточний момент часу. Часове правило може знаходитися в двох можливих станах: *активному* чи *пасивному*. Пасивне правило не може виконуватися і впливати на стан клітки. Активне правило виконується при накладенні умовної частини правила з поточним станом клітки і станом її сусідів. Активність правила визначається включенням в умовну (ліву) частину правила перевірки стану таймера. Таким чином, правила із набору $R(t)$ ми можемо пред'явити так:

$$r_k(t) : \text{if}(\text{condition} \wedge \text{timer}) \text{ then } s_{\text{new}},$$

де k - номер правила; *condition* - умови, в яких знаходиться клітка: стан самої клітки і стан її ближніх сусідів; s_{new} - новий стан клітки; *timer* - стан таймера.

Розглянуті властивості часових правил в статичі та динаміці. В результаті виділені важливі властивості часових правил: *рівності*, *еквівалентності* і *конфліктності*. Запропоновано метод подолання конфліктності правил у наборі шляхом введення пріоритетів і вірогідності спрацювання. Розглянуті властивості кліткових автоматів з часовим набором правил. Зроблено висновок про можливість пред'явлення випадкових процесів моделями на основі кліткових автоматів з часовим набором правил.

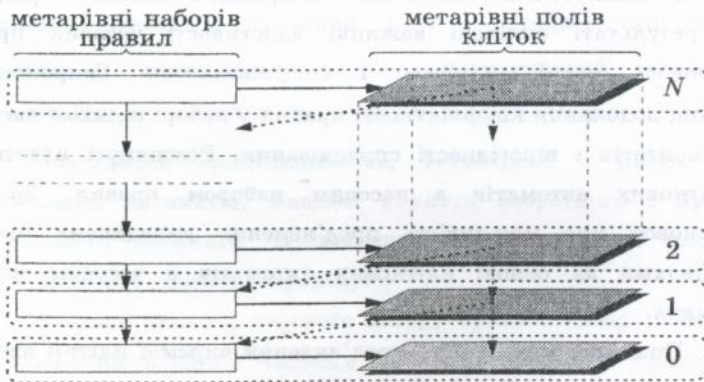
Показана можливість пред'явлення окремої клітки автомата у вигляді мережі Петрі. Розглянуті властивості отриманої мережі Петрі. Розглянуто поняття часу життя окремої клітки поля кліткового автомата. Окремі види правил запропоновано описувати способами метасемантики, а стан поля кліток -

метамережею Петрі. Досліджені зворотні кліткові автомати і засоби їх синтезу.

Зворотність можлива, тільки якщо система, визначена вихідним правилом, детермінована в зворотному напрямку: якщо для кожної можливої конфігурації кліткового автомата існує одна і тільки одна попередня. Поставлена задача побудови зворотного кліткового автомата по відношенню до заданого. Зворотність кліткових автоматів формалізована і досліджена за допомогою алгебри автоматів.

У третьому розділі розглянута теорія кліткових метаавтоматів, приводяться принципи побудови моделей багаторівневих динамічних систем.

Метаавтомат відрізняється багаторівневою структурою полів кліток і наборів правил. Між рівнями полів кліток здійснюється зв'язок за певними законами. Зв'язок також здійснюється між різними рівнями наборів правил (див. малюнок 2).



Малюнок 2 - Схема метаавтомата

Рівні полів кліток чи набори правил кліткового метаавтомата називаються метарівнями. Метарівні можуть мати різний

порядок. По відношенню до метарівня L_k метарівень порядку L_{k+1} буде верхнім метарівнем, а метарівень порядку L_{k-1} нижнім метарівнем. Найнижчий метарівень має порядок 0 і визначається як L_0 . Верхній метарівень має вплив на стан чи поведінку нижнього рівня за заданими правилами взаємодії метарівнів і ця взаємодія здійснюється тільки на сусідній метарівень. Метарівень L_k може впливати на метарівень L_{k+1} . Метарівень L_0 не може впливати ні на який метарівень і існує як результуючий. В ньому відображається процес функціонування кліткового метаавтомата, якщо це поле кліток нульового метарівня.

Клітковий метаавтомат, в залежності від багаторівневості відповідної частини, може бути наступних різновидів:

- з багаторівневою структурою набору правил;
- з багаторівневою структурою полів кліток;
- з багаторівневою структурою набору правил і полів кліток, в цьому випадку можна говорити про багаторівневий автомат, оскільки між набором правил і полів кліток одного і того ж рівня може здійснюватись взаємозв'язок.

Зроблено висновок, що для опису метаавтомата можна використовувати метапродукцію і метамережі Петрі. З допомогою метапродукції можливо описати статику і динаміку метарівнів наборів правил і методи взаємозв'язку між ними. Метамережі Петрі дозволяють ефективно описати метарівні полів кліток і динаміку взаємодії між ними.

Розширено запропонований опис традиційного кліткового автомата для опису метаавтоматів:

$$K = \langle \{S^k(t)\}, R_s, \{R^k\}, R_r, \{P^k\} \rangle,$$

де $\{S^k(t)\}$ - безліч метарівнів полів кліток; R_s - правила взаємодії полів кліток; $\{R^k\}$ - безліч метарівнів наборів правил;

R_i - правила взаємодії метарівнів наборів правил; $\{p^k\}$ - безліч процесів, породжуваних кожним метарівнем.

Для розуміння функціонування кліткового метаавтомата розглянуто його в вигляді безлічі звичайних кліткових автоматів. Кожний клітковий автомат знаходиться на своєму метарівні й може впливати на функціонування кліткового автомата нижнього метарівня. Вплив може здійснюватись у взаємодії наборів правил і полів кліток. Поле кліток верхнього метарівня може визначати правила переходу із стану в стан кліток поля нижнього метарівня.

Введено поняття метаправил - правила, керуючі іншими правилами. Метаправила можуть задавати час активності і пасивності метаправил більш низького метарівня. Описати метаправила запропоновано з допомогою семантичної метапродукції. Запропоновано спосіб взаємодії полів кліток метарівнів і набору правил.

Розглянуті принципи функціонування кліткового метаавтомата і запропоновані можливі галузі додатків моделей, створених на його основі.

У четвертому розділі досліджуються різні галузі застосування розроблених моделей і теорій. Показані можливості їх застосування в системах обробки інформації. Викладені способи адаптації кліткових метаавтоматів до конкретних галузей обробки інформації. Кліткові автомати і метаавтомати розглянуті з точки зору захисту інформації в якості складової частини шифрування. Пропонується використання кліткових автоматів в системах шифрування інформації. Розглянуті можливості використання властивостей зворотності для закриття інформації. Проведена попередня оцінка запропонованого методу і зроблені висновки про недоліки і здобутки систем шифрування на їх основі. Вказані можливі способи усунення недоліків і розроблені

варіанти схем застосування кліткових автоматів в системах шифрування інформації. Розглянуті перспективи використання зворотності кліткових автоматів в системах захисту інформації.

Запропоновані способи застосування розроблених моделей для оптимального пред'явлення інформації. Показана можливість застосування кліткових автоматів і метаавтоматів для пред'явлення соціальних моделей. Пропонується використовувати розроблені моделі і теорії в галузі прийняття рішень для їх оцінки. Запропоновано практичне використання кліткових автоматів для обробки і пред'явлення растрових зображень. В цьому випадку окремі крапки зображення розглядаються як клітки поля кліткового автомата. Показано ефективність запропонованого методу для попередньої обробки зображень у програмах розпізнавання текстів. Проведена оцінка перспектив розвитку практичних додатків теорії кліткових автоматів і метаавтоматів.

У п'ятому розділі показані етапи проектування програмних систем дослідження різних кліткових автоматів і метаавтоматів. Викладені основні принципи об'єктно-орієнтованого підходу до розробки програмних продуктів. Показані етапи проектування, виникаючі проблеми і способи їх рішення. В контексті об'єктного підходу викладені основні етапи і результати розробки програмної системи Cellular Automata v.2.01. Розглянута практична робота з програмною системою для дослідження кліткових автоматів. Описано послідовність і основні режими роботи з розробленою програмною системою. Приведено опис функціональних елементів інтерфейсу програмної системи. Зображення застосування розроблених моделей і результати експериментального дослідження приведені в додатку до дисертаційної роботи.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз існуючих теорій моделювання динамічних систем і процесів.

2. Сформульовані основні принципи теорії кліткових автоматів.

3. Запропонований математичний апарат для опису і побудови багаторівневих моделей кліткових автоматів.

4. Запропонована методологія застосування моделей кліткових автоматів до задач оптимальних рішень.

5. Досліджені властивості кліткових автоматів з часовим набором правил.

6. Показана можливість подання клітковим метаавтоматом традиційних кліткових автоматів і автоматів з часовим набором правил.

7. Розроблено алгоритм синтезу кліткових автоматів на основі аналізу складних процесів.

8. Запропонований спосіб подання деяких інформаційних процесів з допомогою наборів кліткових автоматів.

9. Досліджений ряд додатків моделей на основі кліткових автоматів до інформаційних процесів і систем.

10. На основі результатів дисертаційної роботи розроблені і впроваджені такі програмні системи: моделювання стану в часі магнітного шару носіїв на магнітних дисках, керування інформаційними потоками в комп'ютерній мережі з системою захисту інформації, попередньої обробки зображень, отриманих шляхом сканування текстової інформації.

Основний зміст дисертації опубліковано у таких роботах:

1. Вязеленко С.В., Кольцов А.В., Марьин С.А., Нетребченко А.В. Сетевая модель динамики сложного объекта // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции MicroCAD`95 "International Meeting on Information Technology"

посвященной 110-летию Харьковского государственного политехнического университета.- Харьков, 1995.- С.135.

2. Кольцов А.В., Гребенюк В.А., Марьин С.А., Кириченко И.В. Временные аспекты проблемы распознавания образов // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции MicroCAD'94 "International Computer Science Conference".- Харьков, 1994.- С.142-143.

3. Гарбузов Б.Ю., Кольцов А.В., Чикина В.А. Об одном типе систем уравнений алгебры конечных предикатов // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики.- Харьков: Основа, 1992.- Вып. 98.- С.50-56.

4. Шабанов-Кушнарченко Ю.П., Дюкарев М.Ю., Кольцов А.В., Попков И.И., Ситников Д.Э. Об аксиоматическом задании конечного предиката равенства // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики.- Харьков: Основа, 1992.- Вып. 97.- С.30-35.

5. Дюкарев М.Ю., Шабанов-Кушнарченко Ю.П., Кольцов А.В. Об аксиоматическом построении алгебры идей // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики.- Харьков: Основа, 1992.- Вып. 97.- С.25-29.

6. Дюкарев М.Ю., Шабанов-Кушнарченко Ю.П., Кольцов А.В. Умножение и отрицание в алгебре идей // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики.- Харьков: Основа, 1992.- Вып. 98.- С.10-17.

7. Шабанов-Кушнарченко Ю.П., Ситников Д.Э., Кольцов А.В. О декомпозиции уравнений алгебры конечных предикатов // Проблемы бионики.- Харьков: Основа, 1991.- Вып. 47.- С.36-42.

АНОТАЦІЇ

Кольцов А.В. Многоуровневые клеточные автоматы и их применение для моделирования информационных процессов и систем. Диссертация на соискание ученой степени кандидата

технических наук по специальности 05.13.01 - Системный анализ и теория оптимальных решений, Харьковский государственный технический университет радиозлектроники, 1995. Предложен математический аппарат представления сложных динамических систем и процессов средствами многоуровневых клеточных автоматов с целью прогнозирования поведения моделируемой системы или процесса для принятия правильных решений по их управлению. Предложен алгоритм автоматического синтеза моделей на основе многоуровневых клеточных автоматов путем анализа последовательности состояний динамической системы или процесса. Предложено применение моделей на основе многоуровневых клеточных автоматов в информационных системах и теории принятия решений. Предложено представление сложных иерархических динамических систем с регулярной структурой. Осуществлено внедрение предложенных алгоритмических решений при разработке различных программных систем.

Koltsov A.V. Multilevel cellular automata and their application for modelling of information processes and systems. The dissertation to receive of a scientific degree of the candidate of technical sciences on speciality 05.13.01 - System analysis and theory of the optimum decisions, Kharkov State Technical University of RadioElectronics, 1995. The mathematical apparatus of representation of complex dynamic systems and processes by means of multilevel cellular automatic devices with the purpose of forecasting of behaviour of simulated system or process for acceptance of the correct decisions on their management is offered. Algorithm of automatic synthesis of models on the basis of multilevel cellular automata is offered by analysis of a sequence of condition of dynamic system or process. Application of models on basis of multilevel cellular automata in information systems and theory of acceptance of the decisions is offered. Representation of

complex hierarchical dynamic systems with regular structure is offered. Introduction of the offered algorithm decisions is carried out at development of various program systems.

Keywords: cellular automata, multilevel models, automatic modelling, dynamic systems, process, systems' analysis, decision making.

Ключові слова: клітковий автомат, багаторівневі моделі, автоматичне моделювання, динамічні системи, процеси, системний аналіз, прийняття рішень.

Кольцов Артем Володимирович

**БАГАТОРІВНЕВІ КЛІТКОВІ АВТОМАТИ ТА ЇХ
ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ**

**Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Відповідальний за випуск Е.О.Дедіков

AB 33.8.88

452215

AB 33.847

AB 33.847