

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

На правах рукопису

Самоїленко Микола Іванович

КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕГРОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ГРАФІЧНІ
ТЕХНОЛОГІЇ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ
ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

- 05.13.02 – математичне моделювання у наукових дослідженнях
05.13.04 – автоматизовані системи управління і системи
обробки інформації

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Харків – 1996



Дисертація в рукопис.

Робота виконана на кафедрі прикладної математики та обчислювальної техніки Харківської державної академії міського господарства.

Науковий консультант : доктор технічних наук, професор
ЄВДОКИМОВ А.Г.

Офіційні опоненти : доктор технічних наук, професор
ПАВЛОВ О.А.

доктор технічних наук, професор
ВОЛКОВ О.А.

доктор технічних наук, професор
ТЕВЯШЕВ А.Д.

Провідна установа : Інститут проблем машинобудування
АН України.

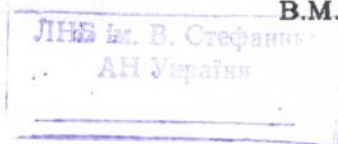
Захист відбудеться "11" квітня 1996 р. о 13 годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.25.04 Харківського
державного технічного університету радіоелектроніки за адресою:
310141, МСП, Харків-141, проспект Левіна, 14.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського
державного технічного університету радіоелектроніки.

Автореферат розісланий "11" березня 1996 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
канд. техн. наук, доцент

В.М.Левикін



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Ресурсозберігаючі технології займають важливе місце в функціонуванні інженерних мереж, а їх впровадження в діюче виробництво дає гарантований економічний ефект. Складовими частинами ресурсозберігаючих технологій вважають комп'ютерні технології комплексного управління інженерними мережами. Такі технології повинні враховувати сучасний рівень розвитку засобів автоматизації та її використання діючими підприємствами; мати універсальний характер щодо профілю підприємства чи регіону; мати інтегруючу властивість щодо етапів автоматизації, які або вже виконані, або тільки виконуються, або запропоновані до здійснення; бути легко адаптивною до умов реконструкції та розвитку підприємств; відповідати вимогам інженерної психології та ергономіки. І при цьому кожний новий етап автоматизації повинен забезпечувати, з одного боку, більш ефективне вирішення деяких виробничих завдань, з другого - мінімальні витрати коштів, праці та часу на виконання.

Опрацювання інтегруючої технології, що відповідає зазначеним вимогам, є дуже важливою народно-господарчою проблемою, вирішення якої допоможе діючим підприємствам і установам більш рішуче запроваджувати нові етапи автоматизації на достатньо високому рівні у досить короткий час без значних витрат коштів.

Науковою основою дисертаційних досліджень в роботі провідних вчених: С.В.Яблонського, О.Б.Лупанова, Ю.П.Шабанова-Кушнарєнко, Н.С.Новікова, А.Ш.Блоха та ін., що заклали основи формальних логік, функціональних побудов у багатозначних логіках і теорії графів; К.Шеннона, В.М.Глушкова, В.А.Трапезникова, І.В.Кузьміна, Б.Я.Советова та ін. у галузі теорії побудов інформаційних технологій; Х.Роджерса, В.А.Успенського та ін. з теорії рекурсивних функцій; Д.Г.Стояна, С.В.Яковлева, Е.Г.Петрова, Б.М.Михайленко та

ін., які сформували методологію і інструментарій проектування та оптимізації складних систем; А.Г.Евдокимова, А.Д.Тевяшева та ін. у галузі проектування і управління інженерними мережами.

Роботи цих і багатьох інших авторів створили методологічні і теоретичні передумови розробки ефективних технологій створення інтегрованих інформаційних систем проектування, раціональної експлуатації, управління та розвитку інженерних мереж.

Об'єктом досліджень є інженерні мережі, тобто основні компоненти сіткових систем, поточкорозподіл у яких підпорядковується 1-му та 2-му постулатам сітей. Це трубопроводні, вентиляційні та електричні мережі систем енерго- водо- газо- та нафтопостачання.

Предмет досліджень складають методи та алгоритми комп'ютерного управління багаторівневими об'єктами, якими виявляються інженерні мережі, у векторно-графічних операційних середовищах.

Метов досліджень є опрацювання комп'ютерної технології створення інтегрованих інтерактивних систем раціональної експлуатації і розвитку інженерних мереж з реалізацією процедур підтримки прийняття рішення у векторно-графічних операційних середовищах.

Відповідно до поставленої мети дисертаційних досліджень сформульовані і вирішені наступні завдання і основні нові наукові положення, що виносяться на захист:

1. Розроблені концепція, проблемно-орієнтована методологія і інструментарій створення інтегрованих діалогових інформаційно-графічних систем раціональної експлуатації і розвитку інженерних мереж, що передбачають: обґрунтування вибору операційного середовища, у якому утворюються і функціонують системи; математичне моделювання і оптимізацію структури систем і відповідного програмного забезпечення; математичне моделювання процедур вибору корис-

тувача у графічних меню з явною координатною залежністю елементів вибору та з незалежним розміщенням елементів вибору (універсальних); автоматизоване програмування графічних меню зазначених типів; розробку інтегрованої програмної оболонки і вирішення задач графічної підтримки; максимальне використання графічних можливостей сучасних ЕОМ для вирішення технологічних задач експлуатації і розвитку інженерних мереж, у тому числі комп'ютерної рекурсивної графіки.

2. Розроблені аналітичні методи оптимізації деревоподібних логічних побудов у просторі булевих змінних і розроблені критерії оптимізації, що забезпечують найкращі наступні показники відповідних побудов: структурний надмір (кількість вузлів у структурі); середня кількість гілок від кореневого вузла до кінцевого; математичне сподівання кількості гілок від кореневого вузла до кінцевого; швидкодія; вартість функціонування; вартість створення; надійність.

3. Здійснене узагальнення розробленого методу оптимізації на випадок обмеженого визначення логічної функції, що ідентифікує деревоподібну логічну структуру, а також на випадок функцій багатозначних логік.

4. Розроблені технології створення графічних меню вибору користувача з явною координатною залежністю елементів вибору та з незалежним просторовим розміщенням елементів вибору, а також розроблено відповідне математичне забезпечення.

5. Розроблена комп'ютерна технологія автоматизованого генерування графічних меню з явною координатною залежністю елементів вибору користувача щодо управління планшетним господарством у інформаційно-картографічних системах експлуатації і розвитку інженерних мереж.

6. Розроблена комп'ютерна технологія автоматизованого гене-

рування в векторно-графічних середовищах меню користувача з незалежним розташуванням елементів вибору, тобто універсальних .

7. Розроблені теоретичні засади локалізації аварії у водо-, газо- та нафтопостачальних мережах і відповідне програмне забезпечення з використанням можливостей комп'ютерної рекурсивної графіки.

8. Розроблені інформаційно-графічні технології і математичне забезпечення для створення електронних мнемосхем у системах енергозабезпечення підприємств.

9. Розроблені графічні рекурсивні методи вирішення задач статичного і динамічного фарбування електронних мнемосхем у залежності від положення системних перемикачів і точок підведення напруги до електричної мережі.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає, по-перше, у створенні концепції, інструментарію, математичних моделей, алгоритмів та інформаційного базису, що складають у сукупності основу універсальної методології побудови інтегрованих інтерактивних інформаційно-графічних систем проектування, раціональної експлуатації та розвитку інженерних мереж. Новизна виявляється в обґрунтованому виборі операційного середовища, де створюються і функціонують інформаційні системи, з урахуванням сучасного рівня забезпечення засобами автоматизації і комп'ютеризації, інтересів і вимог користувачів систем, а також у автоматизації процесу створення самих систем, тобто в автоматизації засобів автоматизації.

По-друге, дуже важливим науковим результатом дисертаційної роботи є опрацювання аналітичного методу оптимізації деревоподібних структур, зорієнтованого на досягнення найкращих показників проектування та функціонування відповідних систем і програмного забезпечення. А наукове узагальнення методу на випадки часткового

визначення логічних функцій або функцій багатозначних логік разом з розробкою низки критеріїв оптимізації є не менш важливими результатами, що роблять метод дійсно універсальним.

Створено комплекс математичних моделей і алгоритмів, зорієнтованих на використання рекурсивної графіки для вирішення задач локалізації аварій у водопостачальних мережах та задач визначення стану систем енергозабезпечення підприємств або їх підрозділів.

Розроблені програмно-методичні комплекси автоматизованого генерування графічних меню вибору користувача в керуючих програмах та програмах інформаційно-довідкового пошуку.

Здійснена класифікація задач графічної підтримки інформаційних систем, які функціонують у графічному режимі, та означені задачі, які використовують математичні моделі, основані на графах.

Методи дослідження. У роботі використані методи теорії системного аналізу, інформації, імовірності, графів, оптимізації, формальних логік, функціональних побудов у багатозначних логіках, рекурсивних функцій.

Вірогідність одержаних результатів ґрунтується на математичних доведеннях, машинних експериментах, апробації наукового базису і підтверджується результатами математичного і цифрового моделювання, практичного застосування і впровадження.

Практична цінність. Запропонована в дисертації комп'ютерна технологія дозволяє діючим підприємствам і установам отримувати нові інформаційно-графічні системи різноманітного призначення з інтегруючою властивістю щодо автоматизованих систем, які вже існують або тільки розробляються. Згадана технологія відрізняється малими витратами коштів, праці та часу на створення і запровадження нових систем.

Опрацьований метод оптимізації дозволяє отримувати оптимізо-

вані деревоподібні структури об'єктів, систем, алгоритмів та програм, які мають кращі показники ефективності, ніж оптимізовані за існуючими методами.

Розроблена технологія автоматизованого генерування комп'ютерних графічних меню дозволяє швидко і якісно без додаткового налагоджування отримувати трудомісткі програми графічного вибору користувача, які є головним засобом діалогового управління об'єктами, інтерактивного вирішення складних завдань або роботи експертних, навчальних, ігрових та ін. комп'ютерних пакетів.

Розроблена технологія локалізації аварій в інженерних мережах дозволяє швидше підготувати умови для її усунення, а в тім зменшити збитки від неї.

Запропонована технологія створення електронних мнемосхем в системах енергопостачання у сукупності з розробленими графічними рекурсивними методами визначення стану електричних мереж дозволяє замінити настінні мнемосхеми комп'ютерними електронними, дешевшими і зручнішими.

Участь у цільових програмах. Дисертаційна робота виконана у рамках найважливіших НДР. Дисертація узагальнює наукові результати досліджень, що проводились під керівництвом і при безпосередній участі автора у Харківській державній академії міського господарства з 1980 р. по 1995 р. Дослідження в галузі математичного моделювання велися відповідно до постанови ДКНТ СРСР згідно з Завданням 0.80.94 щодо опрацювання методу оптимізації процесу визначення стану об'єктів дискретного типу (№ ДР 78076238); дослідження з АСУ і обробки інформації виконувалися відповідно до республіканських програм "АСУ-Регіон" щодо розробки розрахунково-графічних систем раціональної експлуатації та розвитку міських водопостачальних та газових мереж (№ ДР 01860126072), ЦКП "Наука" та програми Міністерства освіти України "Методи проектування та

створення інтегрованих комп'ютеризованих систем і технологій" з проблем "Розвиток інженерних мереж у часі і просторі" (№ ДР ОІ860І26068) та "Інформаційно-картографічні комп'ютерні технології раціональної експлуатації і розвитку великих підприємств міського господарства" щодо розробки раціональної технології створення інформаційно-картографічних систем (№ ДР ОІ9500024І0).

Реалізація і впровадження наукових результатів. Наукові результати впроваджені і документально підтверджені у розробці інформаційно-картографічних систем раціональної експлуатації та розвитку інженерних мереж та великих підприємств. Зокрема, результати впроваджені в Управлінні водоканалізаційного господарства м. Донецька у створенні системи раціональної експлуатації і розвитку міської водопостачальної мережі; Кримському содовому заводі у створенні інтегруючої оболонки АСУ заводу та математичного забезпечення для підсистеми високовольтного електропостачання виробництва та підсистеми інформаційно-довідкового пошуку; Донецькому машинобудівному заводі гірнопрохідної техніки у створенні інтегруючої оболонки АСУ заводу, а також математичного забезпечення підсистем конструкторської підготовки виробництва, технологічної підготовки виробництва, енергопостачання підрозділів підприємства та інформаційно-довідкового пошуку; Харківському дослідно-конструкторському бюро автоматизації у розробці методики створення раціонально керуваних програм щодо конвеєрних дозуючих ліній у хімічному виробництві мийних засобів.

Впровадження отриманих результатів на діючих підприємствах забезпечили підсумковий ефект у розмірі І4 960 млн. крб. у цінах на 1-й кв. 1995 р. плюс 95,34 тис. крб. у цінах 1978 р.

Результати дисертаційної роботи використовуються у Харківській державній академії міського господарства при читанні лекцій,

проведенні практичних занять та лабораторних робіт з курсів "Прикладна математика", "Математичне програмування", "Водопостачальні системи і споруди", "Водорозподільчі комплекси", а також у курсовому проектуванні "Розрахунок водопостачальних мереж з використанням ЕОМ".

Впроваджені автором результати в учбовому процесі відзначені дипломом колегії МВССО Української РСР "За досягнення в учбово-виховальній та науково-методичній роботі" (рішення колегії за № 8-4/210 від 29 червня 1988 р.).

Апробація роботи. Основні положення і результати дисертації доповідалися, обговорювалися і були схвалені на:

III міжнародному конгресі "Індустріальна та прикладна математика" (Гамбург, 1995 р.);

міжнародній конференції "Проблеми та перспективи ресурсозбереження у житлово-комунальному господарстві" (Харків, 1995 р.);

міжнародній конференції "Техніка і фізика електронних систем та пристроїв (Суми, 1995 р.);

міжнародній конференції "Теорія і техніка передачі, приймання і обробки інформації" (Туапсе, 1995 р.);

міжнародній конференції "Досвід і проблеми організації самостійної роботи і контролю знань студентів" (Суми, 1995 р.);

мікререгіональному семінарі "Ергономіка та ефективність систем "людина-техніка" (Ігналіна, 1991 р.);

загальносоюзному симпозиумі "Теорія адаптивних систем" (Ленінград, 1976 р.);

загальносоюзному симпозиумі "Ефективність, якість, надійність систем "людина-техніка" (Вороніж, 1990 р.);

загальносоюзному семінарі "Чисельні методи нелінійного програмування" (Харків, 1976);

загальносоюзній конференції "Надійність обладнання, виробництв і автоматизованих систем у хімічній промисловості" (Уфа, 1987 р.);

багатьох НТК республіканського значення;

міській науково-практичній конференції "Харків-XXI століття" (Харків, 1993 р.);

на семінарах Наукової Ради АН України з проблеми "Кібернетика".

Публікації. Основні наукові положення дисертації опубліковані у 65 друкованих роботах, з них 1 монографія, 1 навчальний посібник з грифом Міністерства освіти України, 17 статей, 17 навчально-методичних посібників, 5 депонованих робіт, 25 тез доповідей.

Структура роботи. Дисертація складається з передмови, 7 розділів, висновків, списку літератури та додатку.

ЗМІСТ РОБОТИ

У передмові обґрунтована актуальність теми; визначені об'єкт, предмет та мета дисертаційного дослідження; дана характеристика головної проблеми дослідження, яка полягає у розробці комп'ютерних інтегрованих технологій ефективного реалізації процедур підтримки прийняття рішень у процесі експлуатації і розвитку інженерних мереж в умовах обмежених витрат, праці, часу і коштів; а також вказаний її зв'язок з комплексними планами наукових досліджень та цільовими програмами; викладені структура роботи та стислий зміст її підрозділів; наведені дані про апробацію і впровадження наукових результатів.

У першому розділі проведено огляд і аналіз стану проблеми

дослідження і визначені основні завдання дослідження.

Аналіз показує, що комп'ютерне вирішення проблеми раціональної експлуатації і розвитку інженерних мереж розглядається окремо для різних етапів їх існування (проектування, побудови і експлуатації) і, як правило, базується на цифровому моделюванні без використання графічних можливостей сучасної обчислювальної техніки. Тим часом технологія експлуатації і розвитку інженерних мереж передбачає великий обсяг робіт графічного та розрахунково-графічного характеру. Це ведення планшетного господарства, п'езометрія поточного стану потокорозподілу та багато інших.

В дисертації експлуатація та розвиток інженерних мереж розглядається як багаторівневий процес керування на різних інтервалах часу.

Перший рівень керування - це проектування та реконструкція інженерної мережі з інтервалом керування декілька місяців. Мета першого рівня - забезпечити поліномний тренд споживання цільового продукту, який характеризує загальну тенденцію інженерної мережі щодо зростання кількості споживачів та обсягів споживання цільового продукту.

Другий рівень - прогнозування потокорозподілу з метою відслідкувати полігармонічну складову процесу споживання, що відображає вплив хронологічних та метеорологічних факторів навколишнього середовища на інтервалі декілька годин-днів.

Третій рівень керування - це стабілізація режимів споживання з метою компенсувати вплив на процес споживання випадкового шуму, який виникає внаслідок аварій, стохастичності відбору цільового продукту, помилок прогнозу та ін. Інтервал керування складає декілька хвилин-годин.

Дискретний принцип керування, невизначеність математичних моделей об'єкта, навколишнього середовища та критеріїв керування

зумовлює участь в керуванні особи, що приймає рішення. Цій особі доручається розрахунок керуючої дії, її тестування та відпрацювання.

Програмне забезпечення особи, що приймає рішення, налічує сотні і майже тисячі окремих програм. В таких умовах оперативне прийняття вирішення можливе лише в рамках єдиної інформаційно-графічної системи. Тому мета дисертаційного дослідження досягається шляхом рішення двох комплексів задач: задач розробки інтегрованої діалогової системи, яка реалізує процедури підтримки прийняття рішення в процесі експлуатації та розвитку інженерних мереж, і задач, які зумовлені технологією експлуатації та розвитку мереж.

Перший комплекс містить у собі задачі:

загальносистемної організації і керування (вибір операційного середовища для створення і функціонування системи, загальне керування системою, загальна графічна підтримка);

розробки методів і критеріїв оптимізації логічних дерев, які визначають схеми діалога, послідовність фактографічного довідкового пошуку, структуру програм вибору користувача в векторно-графічних меню;

генерації векторно-растрових графічних меню.

Другий комплекс містить в собі задачі:

цифрового моделювання інженерних мереж в векторно-графічному операційному середовищі;

керування електронними планшетами, або розробки спеціалізованої системи керування графічною базою даних для сумісного подання граф-схеми інженерної мережі та її картографічної основи;

інформаційно-довідкового пошуку;

проблемного пошуку технологічних об'єктів у складі інженерних мереж для поточної роботи з ними;

імітаційного структурного та параметричного моделювання ін-

женерних мереж;

локалізації аварій;

статичної та динамічної ідентифікації стану систем енергопостачання у залежності від положення системних перемикачів та точок підведення напруги.

Сукупність методів і алгоритмів розв'язування перелічених задач являє собою інтегровану інтерактивну технологію раціональної експлуатації та розвитку інженерних мереж з реалізацією процедур підтримки прийняття рішення в векторно-графічному операційному середовищі.

У другому розділі проведено аналіз існуючих інформаційних технологій, який показує, що створені за їх допомогою інформаційні системи для управління інженерними мережами не відповідають у повній мірі сучасним вимогам. Технології повинні, крім спроможності забезпечити головне функціональне призначення системи, враховувати сучасний рівень розвитку і використання засобів автоматизації та обчислювальної техніки на підприємствах; додержуватися вимог естетики та інженерної психології; бути швидкодіючими і надійними; використовувати при необхідності картографічну інформацію; бути відкритими для подальшого вдосконалення і розвитку і при цьому не вимагати на впровадження у виробництво значних витрат коштів, праці і часу.

Розроблена автором концепція оснований на принципах інтеграції властивостей різноманітних інформаційних систем і гнучкому інтерфейсі з користувачем. Запропонована технологія дозволяє автоматизованим системам незалежно від їх функціонального призначення використовувати при вирішенні виробничих завдань картографічну інформацію у вигляді топографічних карт, генеральних планів підприємств, поетажних планів виробничих приміщень, технологічних або виробничих схем та ін. При цьому проектування та функціонування інтегрованих діалогових інформаційно-графічних систем

(ІДПГС) мають найкращі окремі показники ефективності.

Запропонована раціональна технологія базується на заходах, які формулюються наступним чином:

вибір операційного середовища генерування і функціонування інтегрованої програмної оболонки (ПО) системи;

синтез оптимальної структури ПО, що забезпечує окремі найкращі показники ефективності;

автоматизоване генерування графічних меню;

розробка спеціалізованого математичного забезпечення для підсистеми графічної підтримки у складі ІДПГС;

розробка графічних методів вирішення виробничих (проблемних) задач, де це може принести суттєву користь, і програмного забезпечення для відповідної підсистеми у складі ІДПГС.

Згідно з головними заходами сформульовані відповідні завдання. Передусім, це слушний вибір загального математичного забезпечення, який гарантує виконання зазначених вимог щодо можливості створення ІДПГС і який вирішується у підрозділі 2.3.

У підрозділах 2.4-2.5 розглянуто питання синтезу структури ПО і аналітичного виразу структури, аналіз існуючих методів оптимізації структури і актуальність розробки нового аналітичного методу оптимізації структур.

Одна з головних функцій, що доручається ПО, полягає у розпізнанні поточного класу станів системи або вибору користувача в залежності від значень тих або інших ознак (логічних змінних). Процедура розпізнання класу станів має деревоподібну структуру, яка у загальному випадку ідентифікується за допомогою логічної функції багатозначної логіки. Таку функцію можна представити в узагальненій довершеній диз'юнктивній нормальній формі (ДНФ):

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigvee_{(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)} J_{\sigma_1}(x_1) \& J_{\sigma_2}(x_2) \& \dots \& J_{\sigma_n}(x_n) \& \\ \& f(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n), \quad (1)$$

де x_i - m -значна логічна змінна, $i=1, n$; V - оператор узагальненої диз'юнкції ($a V b = \max \{a, b\}$); $\&$ - оператор узагальненої кон'юнкції ($a \& b = \min \{a, b\}$); $J_{\sigma_1}(x_i)$ - функція узагальнення логічного заперечення для змінної x_i ; тут

$$J_{\sigma_1}(x_i) = \begin{cases} m-1 & \text{при } x_i = \sigma_i; \\ 0 & \text{при } x_i = \sigma_i. \end{cases} \quad i=1, n; \quad \sigma_i \{0, 1, \dots, m-1\}; \quad (2)$$

m - значність логіки, $m \geq 2$.

Альтернативним засобом зображення логічної функції є повне розкладання (1) по всім змінним:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigvee_{\sigma_1} J_{\sigma_1}(x_1) \& \left[\bigvee_{\sigma_2} J_{\sigma_2}(x_2) \& \left[\dots \right. \right. \\ \left. \left. \dots \& \left[\bigvee_{\sigma_n} J_{\sigma_n}(x_n) \& f(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n) \right] \dots \right] \right]. \quad (3)$$

Довершену ДНФ (1) доцільно використовувати при визначенні початкових даних для синтезу структури, оскільки вона найкращим чином відповідає таблиці істинності логічної функції. Вираз (3) доцільно використовувати при остаточному визначенні результатів синтезу, оскільки він найкращим чином зображує відповідну структуру.

Аналітичні вирази (1) і (3) припускають численні спрощення. У роботі доведено, що для однієї m -значної функції від n аргументів з урахуванням можливої транспозиції змінних кількості спрощених виразів визначається співвідношенням

$$D(n, m) = \prod_{i=1}^n (m^{n-i}), \quad (4)$$

Вже при $n=5$ і $m=5$ (4) досягає астрономічного значення - приблизно 10^{50} . Пошук оптимальної структури, яка відповідала б найкращим чином тому або іншому показникові ефективності системи, методом спрямованого перебору неможливий через значні витрати часу. Аналіз існуючих методів, у тому числі й методу послідовного пере-

бору з використанням інформаційного критерія оптимізації, свідчить про квазіоптимальність цих методів. Тому необхідно опрацювати новий аналітичний метод, який дозволяв би з урахуванням транспозиції логічних змінних перетворити узагальнену довершену ДНФ m -значної функції (1) у спрощену дужкову ознаку (3). При цьому метод повинен забезпечити відповідну структуру з найкращим окремим показником ефективності, як структурна надмірність, або середня кількість кроків розпізнавання класу станів, або математичне сподівання кількості кроків розпізнавання, або швидкодія, або надійність, або вартість реалізації, або вартість функціонування систем (об'єктів) з відповідною структурою.

У третьому розділі спочатку викладається розроблений автором аналітичний метод синтезу математичної моделі деревоподібної логічної структури з мінімальним структурним залишком, яка ідентифікується булевою функцією, тобто при $m=2$. Після цього метод узагальнюється на випадок неповністю визначеної функції і далі на випадок функції m -значної логіки. Потім метод модифікується з метою забезпечити різноманітні показники ефективності структури. Для цього кожному показникові розробляється відповідний критерій оптимізації. Особливо розробляється критерій надійності через відносне ускладнення методики розрахунку надійності систем.

Запропонований метод являє собою багатокрокову процедуру. На першому кроці з системи двох довершених ДНФ (перша з яких ідентифікує нульовий клас станів, а друга - перший)

$$f_d(X) = \begin{cases} f_0(X) = \bigvee_{(a_1, a_2, \dots, a_n)} x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n}; \\ f(a_1, a_2, \dots, a_n) = 0 \\ f_1(X) = \bigvee_{(a_1, a_2, \dots, a_n)} x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_n^{a_n}; \\ f(a_1, a_2, \dots, a_n) = 1 \end{cases}$$

ЛНБ ім. В. Стефаника
 АН України (5)

де $X = \{x_i\}$, $i = \overline{1, n}$; $x_i = \begin{cases} \bar{x}_i & \text{при } \alpha_i = 0; \\ x_i & \text{при } \alpha_i = 1, \end{cases}$

визначається існуючими методами система мінімальних ДНФ

$$f_{\min}(X) = \begin{cases} f_{\min_0}(X); \\ f_{\min_1}(X), \end{cases} \quad (6)$$

де $f_{\min_0}(X)$ - мінімальна ДНФ булевої функції $f(X)$; $f_{\min_1}(X)$ - мінімальна ДНФ булевої функції $f(X)$. Потім кожна i -а система

$$f_{\min_i}(X) = \begin{cases} f_{\min_0}(X) \& (\bar{x}_i \vee x_i); \\ f_{\min_1}(X) \& (\bar{x}_i \vee x_i); \end{cases} \quad i = \overline{1, n}, \quad (7)$$

зводиться до системи ДНФ $f_{\text{нор}_i}(X)$, що рівнозначно вставленням дужки $(\bar{x}_i \vee x_i)$ в усі елементарні кон'юнкції системи (6), в яких немає змінної x_i , і їх розкриття. У кожній системі $f_{\text{нор}_i}(X)$ реалізуються усі можливі операції логічного захоплення ($K \vee K \cdot K = K$) з подальшим вилученням усіх несуттєвих елементарних кон'юнкцій. Це дозволяє отримати перетворені системи $f_{\text{пр}_i}(X)$, які мають входження i -ї змінної в усі елементарні кон'юнкції і в той же час мають мінімальну загальну кількість входжень усіх інших змінних. Загальна кількість входжень усіх змінних в перетворені системи $f_{\text{пр}_i}(X)$ визначається співвідношенням

$$G_i = \sum_{\mu=0}^1 \sum_{j=1}^{r_\mu} a_{\mu j} \quad (8)$$

де r_μ - кількість елементарних кон'юнкцій у μ -й ДНФ системи $f_{\text{пр}_i}$.

Критерій структурного залишку

$$G_Q = \min_{i=\overline{1, n}} G_i \quad (9)$$

визначить змінну x_q , де $x_q \in X$, яка повинна відповідати початковому (кореневому) вузлу логічного дерева з мінімальним структурним залишком.

Перший крок оптимізації закінчується розкладанням q -ї системи $f_{\text{пр}_q}(X)$ по змінній x_q :

$$f_{\text{пр}_q}(X) = \bar{x}_q \& \left[f_{\min} \left[X \mid x_q = 0 \right] \right] \vee x_q \& \left[f_{\min} \left[X \mid x_q = 1 \right] \right] \quad (10)$$

де компоненти розкладання $f_{\min} \left[X \mid x_q = 0 \right]$ и $f_{\min} \left[X \mid x_q = 1 \right]$ являють собою мінімальні ДНФ відповідно до функцій $f \left[X \mid x_q = 0 \right]$ і $f \left[X \mid x_q = 1 \right]$.

На другому кроці оптимізації для кожної компоненти розкладання (10) повториться процедура першого кроку, за винятком пошуку мінімальної ДНФ, оскільки вона отримується автоматично внаслідок попереднього кроку.

Ітераційний процес оптимізації закінчується, коли усі компоненти чергового розкладання будуть мати тільки по одній змінній.

Повне розкладання мінімальної ДНФ $f_{\min}(X)$ по зазначеному алгоритму уявляє собою математичну модель кодового дерева з мінімальним структурним залишком. Дужкова структура кінцевого розкладання однозначно визначає відповідне дерево. Якщо у процесі оптимізації мінімальне значення критерія (9) буде відповідати двом, трьом і так далі змінним, то початкова функція $f(X)$ матиме відповідно два, три і так далі рівнозначних варіанти оптимальної структури.

Оптимальність одержаних результатів для малих значень n доведена за допомогою цифрового моделювання. Більш того, машинний експеримент довів правомірність спрощення методу. Якщо у процесі оптимізації будуть отримані компоненти розкладання, залежні від трьох або менше змінних, то усунення несуттєвих кон'юнкцій у системах $f_{\text{нор}_1}(X)$ не є обов'язковим.

На практиці у більшості випадків функції, які ідентифікують класи станів, мають неповне визначення у просторі логічних змінних. Це викликає появу байдужих станів, котрі прийнято позначати символом "*". Поява байдужих станів позитивно впливає на глибину мінімізації структур. Існуючі методи мінімізації логічних побудов спираються на апріорний по відношенню до процесу оптимізації розподіл байдужих станів між класами. Завжди є імовірність невлучного розподілу, що сприяє погіршенню результатів оптимізації.

Узагальнення запропонованого методу на випадок байдужих станів спирається на одночасну апріорну належність кожного байдужого стану усім класам. Тобто при визначенні на першому кроці системи мінімальних ДНФ $f_{\min}(X)$ треба вважати, що усі байдужі стани належать кожному i -му класу. Надалі у процесі оптимізації завдяки використанню операцій логічного захоплення усі байдужі стани автоматично розподіляться між класами найкращим чином. Те, що не треба турбуватися про розподіл байдужих станів, є дуже позитивною властивістю запропонованого методу.

При вирішенні практичних завдань кількість класів станів m може перевершувати значення 2. У цьому випадку узагальнення методу здійснюється теж за рахунок першого кроку, коли замість системи (3) слід визначити систему

$$f_{\min}(X) = \begin{cases} f_{\min_0}^b(X); \\ f_{\min_1}^b(X); \\ \dots \\ f_{\min_{m-1}}^b(X). \end{cases} \quad (10)$$

У всьому іншому метод залишається без змін.

Як бачимо, узагальнення методу на випадок багатозначної функції у просторі двозначних змінних не викликало значного ускладнення методу, чого не можна сказати про узагальнення методу на випадок m -значної логіки, коли і функція, і змінні приймають m

різних значень.

Дослідження підтверджують, що немає принципових труднощів щодо створення алгоритму оптимізації деревоподібних структур за-
собами теорії багатозначних побудов. Але через значне ускладнення
тотожних перетворень з ростом значності логіки більш доцільною є
оптимізація m -значних функцій у просторі двозначних змінних за
вже опрацьованим методом.

Переведення m -значної функції у простір двозначних змінних
досягається переведенням усіх m -значних змінних у двозначні. Це
викликає необхідність для кожної m -значної змінної x_i ($i=1, n$)
упроваджувати k двозначних змінних x_{ij} , де $k = \lfloor \log_2 m \rfloor$, тут $\lfloor \dots \rfloor$ є
оператор збільшення дробового числа до найближчого цілого. У ра-
зі, якщо $\log_2 m$ не дорівнює цілому, переведення змінних спричиняє
появу байдухих станів. Так, переведення трізначних змінних у дво-
значні і навпаки здійснюється відповідно до таблиці:

x_i	x_{i1}	x_{i2}
0	0	0
1	0	1
2	1	0
*	1	1

Використання запропонованого методу для функцій m -значної
логіки відбувається наступним чином. Спочатку m -значна функція з
узагальненої довершеної ДНФ (1) переводиться у простір двозначних
змінних, тобто представляється у вигляді системи довершених ДНФ:

$$f(X^b) = \begin{cases} f_0(X^b) = \bigvee_{(\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{nk})} x_{11}^{\alpha_{11}} x_{12}^{\alpha_{12}} \dots x_{nk}^{\alpha_{nk}} ; \\ f(\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{nk}) = 0 \\ \dots \\ f_1(X^b) = \bigvee_{(\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{nk})} x_{11}^{\alpha_{11}} x_{12}^{\alpha_{12}} \dots x_{nk}^{\alpha_{nk}} , \\ f(\alpha_{11}, \alpha_{12}, \dots, \alpha_{nk}) = m-1 \end{cases} \quad (11)$$

$$\text{де } x^b = \{x_{ij}^{\alpha_{ij}}\}, \quad i=1, n; \quad j=1, k; \quad x_{ij}^{\alpha_{ij}} = \begin{cases} \bar{x}_{ij} & \text{при } \alpha_{ij}=0; \\ x_{ij} & \text{при } \alpha_{ij}=1. \end{cases}$$

На першому кроці оптимізації існуючими методами визначається система мінімальних ДНФ

$$f_{\min}(x^b) = \begin{cases} f_{\min_0}(x^b); \\ \dots \\ f_{\min_{m-1}}(x^b). \end{cases} \quad (12)$$

де $f_{\min_0}(x^b)$ - мінімальна ДНФ булевої функції $f_0(x^b)$; ... ;
 $f_{\min_{m-1}}(x^b)$ - мінімальна ДНФ булевої функції $f_{m-1}(x^b)$.

Потім кожна i -а система ($i=1, n$)

$$f_{\min}(x^b) \& \begin{pmatrix} \vee & \gamma_1 & \gamma_2 & \dots & \gamma_k \\ (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k) & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{cases} f_{\min_0}(x^b) \& \begin{pmatrix} \vee & \gamma_1 & \gamma_2 & \dots & \gamma_k \\ (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k) & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} \end{pmatrix}; \\ \dots \\ f_{\min_1}(x^b) \& \begin{pmatrix} \vee & \gamma_1 & \gamma_2 & \dots & \gamma_k \\ (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k) & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} \end{pmatrix}. \end{cases} \quad (13)$$

де $(\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k)$ - набір значень змінних x_{ij} у таб-

лиці переведення; $x_{ij}^{\gamma_j} = \begin{cases} \bar{x}_{ij} & \text{при } \gamma_j=0; \\ x_{ij} & \text{при } \gamma_j=1, \end{cases} \quad j=1, k,$

приводиться до ДНФ $f_{\text{нор}_i}(x^b)$. Таке приведення рівнозначне встав-

ленню диз'юнктивної дужки $\begin{pmatrix} \vee & \gamma_1 & \gamma_2 & \dots & \gamma_k \\ (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k) & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} \end{pmatrix}$ в усі

елементарні кон'юнкції системи (13), у яких змінні x_{ij} ($i = \text{const}; j=1, 2, \dots, k$) не подані у повному складі, і їх розкриття. У кожній системі $f_{\text{нор}_i}(x^b)$ реалізуються всі можливі операції логічного захоплення з подальшим вилученням несуттєвих елементарних

кон'юнкції. Це дозволяє отримати перетворені системи $f_{\text{пр}_1}(x^b)$. Далі за допомогою критерію (8) визначається змінна x_q , де $x_q \in X$, якій відповідає кореневий вузол логічного дерева з мінімальною структурною надмірністю.

Перший крок оптимізації закінчується розкладанням системи $f_{\text{пр}_q}(x^b)$ по змінним x_{qj} ($j=\overline{1, k}$):

$$f_{\text{пр}_q}(x^b) = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k) x_{i1}^{\gamma_1} x_{i2}^{\gamma_2} \dots x_{ik}^{\gamma_k} \& f_{\min} \left[x^b \left| x_{qj}^{\gamma_j} = \gamma_j \right. \right], \quad (14)$$

де $f_{\min} \left[x^b \left| x_{qj}^{\gamma_j} = \gamma_j \right. \right]$ - компоненти розкладання, які являють собою мінімальні ДНФ логічних функцій $f \left[x^b \left| x_{qj}^{\gamma_j} = \gamma_j \right. \right]$.

На другому кроці для кожної компоненти розкладання (14) повторюється процедура першого кроку, за винятком визначення системи мінімальних ДНФ, оскільки вони одержуються внаслідок попереднього кроку.

Ітераційний процес оптимізації закінчується, як тільки всі компоненти чергового розкладання будуть залежати від змінних x_{i_j} ($i=\text{const}$, $j \in \{1, 2, \dots, k\}$), що належать одній m -значній змінній x_1 .

По закінченню ітераційного процесу повне розкладання мінімальної ДНФ $f_{\min}(x^b)$ переводиться знову в початковий простір m -значних змінних.

У дисертації опрацьовані критерії оптимізації, які дозволяють синтезувати оптимальні деревоподібні структури з іншими показниками ефективності.

Так, для отримання структури з мінімальною середньою кількістю кроків розпізнавання слід замість критерію (7)-(8) використовувати критерій

$$l_{\text{ср}_q} = \min_{i=1, n} \left\{ \frac{1}{2^n} \sum_{\mu=0}^{m-1} \sum_{j=1}^r \mu^{n-a_{\mu j}} a_{\mu j} \right\}, \quad (15)$$

де r_μ - кількість елементарних кон'юнкцій в μ -й ДНФ системі $f_{\text{пр}_1}$; $a_{\mu j}$ - кількість входжень логічних змінних у j -у кон'юнкцію $K_{\mu j}$ μ -го логічного виразу системи $f_{\text{пр}_1}$.

Структуру з мінімальним математичним сподіванням кількості кроків розпізнавання дозволяє отримувати критерій

$$M_Q(1, \nu) = \min_{i=1, n} \left\{ \sum_{\mu=0}^{m-1} \sum_{j=1}^{r_\mu} 2^{n-a_{\mu j}} \sum_{\nu=1}^{2^n} p_\nu Q(K_{\mu j}, K_\nu) \right\}, \quad (16)$$

де p_ν - імовірність перебування об'єкту у стані a_ν , який відповідає кон'юнкції K_ν (ν -му набору змінних у таблиці істиності);

$$Q(K_{\mu j}, K_\nu) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } K_{\mu j} = K_\nu; \\ 0 & \text{у протилежному випадку.} \end{cases} \quad (17)$$

Показнику швидкодії відповідає критерій

$$\tau_{\sigma_Q} = \min_{i=1, n} \left\{ \sum_{\mu=0}^{m-1} \sum_{j=1}^{r_\mu} \sum_{\nu=1}^{2^n} p_\nu Q(K_{\mu j}, K_\nu) \sum_{\beta=1}^n t_\beta Q(x_\beta, K_{\mu j}) \right\}, \quad (18)$$

де t_β - витрати часу на визначення і аналіз ознаки x_β ;

$$Q(x_\beta, K_{\mu j}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x_\beta \in K_{\mu j}; \\ 0 & \text{у протилежному випадку.} \end{cases} \quad (19)$$

Показнику надійності відповідає критерій

$$P = \min_{i=1, n} \left\{ \frac{1}{m^n} \sum_{\mu=0}^{m-1} \sum_{j=1}^{r_\mu} \prod_{i=1}^n \prod_{k=0}^{m-1} p_{ikk} \right\}, \quad (20)$$

$$\text{де } \beta_{\mu j} = \begin{cases} 1, & \text{якщо у } j\text{-у кон'юнкції } \mu\text{-ї ДНФ системі } f_{\text{пр}_\mu(x)} \\ & \text{входить змінна } x_i; \\ 0 & \text{у протилежному випадку.} \end{cases} \quad (21)$$

Показнику вартості функціонування відповідає критерій

$$\sigma_{\Phi} = \min_{i=1, n} \left\{ \sum_{\mu=0}^{m-1} \sum_{j=1}^{r_{\mu}} \sum_{\nu=1}^{2^n} p_{\nu} Q(K_{\mu j}, K_{\nu}) \sum_{\beta=1}^n \sigma_{\beta} Q(x_{\beta}, K_{\mu j}) \right\}, \quad (22)$$

де σ_{β} - вартість витрат на визначення і аналіз ознаки x_{β} .

Показнику вартості реалізації структури відповідає критерій

$$E_c = \max_{i=1, n} \left\{ \sum_{\mu=0}^{m-1} \sum_{j=1}^{r_{\mu}} \sum_{\nu=1}^{2^n} \sum_{\beta=1}^n \sigma_{\beta} \bar{Q}(x_{\beta}, K_{\mu j}) \right\}, \quad (23)$$

де σ_{β} - вартість витрат на технічну реалізацію процедури визначення і аналізу ознаки x_{β} ; $\bar{Q}(x_{\beta}, K_{\mu j})$ - функція, яка інверсна до функції (19).

Порівняльний аналіз існуючих методів і запропонованого віддає перевагу останньому, через те що він не тільки є універсальним, але й забезпечує більш оптимальні результати.

Поки що не існує доказів, що розроблений метод є оптимальним при великій кількості логічних змінних, але немає і доказів його спростування.

У четвертому розділі розглянута проблема генерації графічних меню в інформаційних системах. Визначені переваги та недоліки головних типів графічних меню. Обґрунтований новий підхід до генерації меню користувача, яке має значно кращі технічні та ергономічні характеристики. Запропоновані нові технології реалізації графічних меню користувача. Опрацьована універсальна система автоматизованого програмування графічних меню з незалежним розташуванням елементів вибору користувача.

Аналіз існуючих стандартних графічних меню показує, що вони не задовольняють користувача через обмежену кількість елементів вибору, жорстку схему розташування елементів вибору на екрані та трудомісткість їх створення. Ці недоліки можна обійти, якщо замість стандартних використовувати нестандартні меню користувача.

Але у цьому разі для кожного меню треба здійснювати цифрове моделювання процедури вибору користувача. Трудомісткість програмування та налагодження цієї процедури може перекрыслити усі переваги меню користувача. Стан проблеми значно поліпшується, якщо програмування вибору користувача здійснювати за допомогою автоматизованої системи програмування - САПР генерації меню користувача. У цьому випадку мета створити досконале ергамічне меню не тільки не викличе додаткових витрат, а навпаки - забезпечить більш продуктивне створення керуючих програм для ІДПС. Слід зауважити, що автоматичне програмування не вимагає наступного налагодження програмного продукту.

Графічні меню користувача поділяються на спеціалізовані меню з координатною взаємозалежністю елементів вибору та меню з незалежним просторовим взаєморозташуванням елементів вибору. Кожному типу графічних меню відповідає окрема САПР.

Технологія створення спеціалізованих меню базується на обчисленні функції визначення вибору користувача в залежності від координат графічного курсору (x, y) , які фіксуються в момент вказівки користувача. Ця технологія забезпечує найкращі показники функціонування графічних меню, але вимагає розробки спеціальної функції. Так, для пошуку файлу електронного планшета зі схемою водопостачальної мережі по планшетній сітці м.Донецька функція має вигляд:

$$S = \text{streat} \left("D", \text{itoc} \left(\text{fix} \left(\left(\left(\left(x - x_{ct} \right) \frac{l_0}{l_t} + x_{c0} \right) \Delta x^{-1} \right) \right) \right), "-", \right. \\ \left. \text{itoc} \left(\text{fix} \left(\left(\left(\left(y - y_{ct} \right) \frac{l_0}{l} + y_{c0} \right) \Delta y^{-1} \right) \right) \right), ".dwg" \right), \quad (24)$$

де S - ім'я файлу пошуку; x, y - неперевні координати точки вказівки користувача; $\text{streat}(\cdot)$ - оператор конкатенації; $\text{itoc}(\cdot)$ - оператор перетворення цілого числа в рядкову константу; "D", "-",

".dwg" - символні дані, які відповідно ідентифікують місто (Донецьк), ознаку розподілу та розширення файлу графічної БД; $fix()$ - оператор здобуття цілого; x_{ct}, y_{ct} - координати центру екрана в момент вказівки користувача; x_{co}, y_{co} - координати центру екрана в момент створення малюнка меню; l_o, l_t - розміри екрана по вертикалі відповідно до моментів створення малюнка меню та вказівки користувача; $\Delta x, \Delta y$ - відповідно горизонтальні та вертикальні розміри території, яка охоплена одним електронним планшетом (772 м та 778 м для м. Донецька).

Універсальна технологія створення графічних меню базується на формуванні таблиці відповідності вибору користувача і параметрів зони вказівки користувача. С цією метою одноразово створюються блоки вибору у вигляді подвійної рамки, які вільно розміщуються на малюнку меню. Внутрішня рамка приблизно фіксує зону вибору. Таблиця формується по закінченню розміщення блоків вибору. У таблицю для кожного i -го вибору користувача ($i=1, m$) заносяться дійсні значення параметрів зони вказівки відносно центра екрана: $\varphi_{i, \min}, \varphi_{i, \max}$ - відповідно мінімальне та максимальне дозволені значення полярного кута вектора вибору користувача; $\rho_{i, \min}, \rho_{i, \max}$ - відповідно мінімальне та максимальне дозволені значення полярного радіуса;

$$\varphi_{i, \min} = \min_{j=1,4} \varphi_{ij}; \quad \varphi_{i, \max} = \min_{j=1,4} \varphi_{ij}; \quad (25)$$

$$\rho_{i, \min} = \min_{j=1,4} \rho_{ij}; \quad \rho_{i, \max} = \min_{j=1,4} \rho_{ij}.$$

де φ_{i1}, ρ_{i1} - полярні координати лівого верхнього кута i -ї зони вибору; φ_{i2}, ρ_{i2} - правого верхнього; φ_{i3}, ρ_{i3} - правого нижнього; φ_{i4}, ρ_{i4} - лівого нижнього. В свою чергу, полярні координати кутів зони вибору визначаються наступним чином:

$$\varphi_{11} = \operatorname{arctg} \frac{x_{c0} - x_{i,ins} + \frac{d_a}{2}}{y_{i,ins} + \frac{d_a}{2} - y_{c0}} ; \quad (26)$$

$$\rho_{11} = \sqrt{\left(x_{c0} - x_{i,ins} + \frac{d_a}{2}\right)^2 + \left(y_{i,ins} + \frac{d_a}{2} - y_{c0}\right)^2} ; \quad (27)$$

$$\varphi_{12} = \operatorname{arctg} \frac{x_{c0} - x_{i,ins} - \frac{d_a}{2}}{y_{i,ins} + \frac{d_a}{2} - y_{c0}} ; \quad (28)$$

$$\rho_{12} = \sqrt{\left(x_{c0} - x_{i,ins} - \frac{d_a}{2}\right)^2 + \left(y_{i,ins} + \frac{d_a}{2} - y_{c0}\right)^2} ; \quad (29)$$

$$\varphi_{13} = \operatorname{arctg} \frac{x_{c0} - x_{i,ins} - \frac{d_a}{2}}{y_{i,ins} - \frac{d_a}{2} - y_{c0}} ; \quad (30)$$

$$\rho_{13} = \sqrt{\left(x_{c0} - x_{i,ins} - \frac{d_a}{2}\right)^2 + \left(y_{i,ins} - \frac{d_a}{2} - y_{c0}\right)^2} ; \quad (31)$$

$$\varphi_{14} = \operatorname{arctg} \frac{x_{c0} - x_{i,ins} + \frac{d_a}{2}}{y_{i,ins} - \frac{d_a}{2} - y_{c0}} ; \quad (32)$$

$$\rho_{14} = \sqrt{\left(x_{c0} - x_{i,ins} + \frac{d_a}{2}\right)^2 + \left(y_{i,ins} - \frac{d_a}{2} - y_{c0}\right)^2} . \quad (33)$$

де $x_{i,ins}$, $y_{i,ins}$ - координати уставки i -го блоку вибору; d_a - розмір сторони внутрішньої рамки, відповідно до якого формується розмір графічного курсора.

Вирази (24)-(32) дозволяють автоматизувати програмування процедури вибору користувача. Розроблена автором САПР спроможна генерувати універсальні графічні меню та спеціалізовані щодо вибору планшета у ІДІГС міських водопостачальних мережах. На мал.1-2 зображені відповідні технологічні схеми.

П'ятий та шостий розділи торкаються проблем технології створення ІДІГС, пов'язаних з комп'ютерною графікою.

У підрозділі 5.1 дається обґрунтування вибору форматів даних векторної та векторно-растрової графічних БД для інформаційно-картографічних систем та їх окремих підсистем, які створюються і функціонують в операційному середовищі ІДІГС. Вибір не торкається незалежних підсистем у складі ІДІГС, оскільки вони створювалися відповідно до узгоджень інших інформаційних технологій.

У підрозділі 5.2 наводяться характеристики типових конфігурацій ПО для ІДІГС. У залежності від функціональної цілісності комплексу задач, що доручаються ПО, останні поділяються на типові програмні оболонки: ПО для управління незалежними підсистемами; ПО з підсистемою графічної підтримки; ПО з підсистемою (-ами) графічного або розрахунково-графічного вирішення проблемних завдань; ПО з підсистемою картографії та об'єктнотопографічної прив'язки.

Перелічені оболонки наведені у порядку зростання їх складності. Останню ПО можна вважати універсальною - вона має у своєму складі елементи усіх попередніх ПО.

У підрозділах 5.3 та 5.4 дається класифікація задач ІДІГС та стисла змістовна характеристика головних задач кожного класу, за винятком задач проблемного класу. Через обмежений обсяг дисерта-

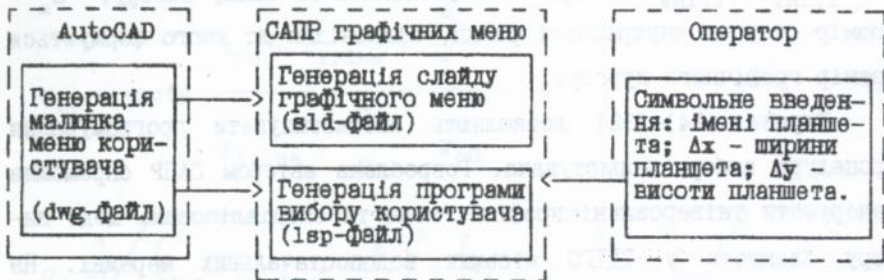


Рис.1. Технологічна схема САПР графічних меню з явною координатною залежністю елементів вибору на прикладі вибору планшета в ІДПС міської водопостачальної мережі.

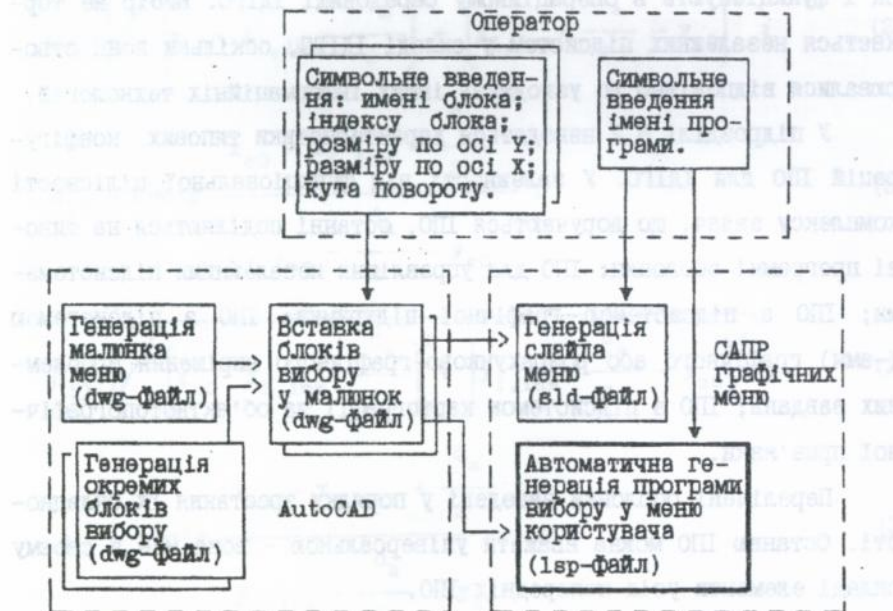


Рис.2. Технологічна схема САПР графічних меню з незалежним розміщенням елементів вибору.

ції серед задач останнього класу розглянуто тільки окремі.

Усі задачі ІДПГС за функціональною ознакою поділяються на наступні головні класи: А - клас задач налагодження операційного середовища; В - загального управління системою; С - генерації робочого графічного зображення; D - вторинної генерації; Е - редагування робочого зображення; G - друку робочого зображення; Н - пошуку графічних елементів у робочому зображенні; І - інформаційно-довідкового пошуку; J - картографії та об'єктно-топографічної прив'язки; К - засобів подальшого розвитку; L - допоміжних задач; М - проблемних задач.

Значна увага приділяється класу проблемних задач. Задачі цього класу мають найбільшу загальну кількість і найбільше значення. Усі інші класи (А-Л) можна вважати допоміжними по відношенню до класу М. Доцільною є подальша класифікація задач класу М, яка може здійснюватися за різними ознаками. У першу чергу, проблемні задачі слід поділити на залежні та незалежні від операційного середовища ІДПГС. Потім залежні задачі, через те що вони найбільш цікаві створювачам ІДПГС, слід поділити в залежності від характеру їх розв'язування на підкласи: розрахункові, графічно-пошукові та розрахунково-графічні. Останні складають найбільш численний клас. Вони припускають подальшу класифікацію за різними ознаками, наприклад: за типом математичного апарату, який використовується для їх вирішення; математичною моделлю об'єкта керування; методом вирішення; кількістю та порядком змінних або масивів даних; точністю вирішення та ін. Оскільки головне застосування дисертаційних досліджень торкається інженерних мереж, то інтерес мають розрахунково-графічні задачі, рішення яких базується на використанні математичних моделей у вигляді графів. У роботі наводяться стислі постановки найбільш відомих задач на графах, які доповнюються постановками задач, розв'язаних автором у рамках

запропонованої технології. Це задачі:

фарбування графа в залежності від значень окремих параметрів ребер або попадання їх у той або інший діапазон значень;

визначення довжини довільного шляху у графі;

побудова п'езометра для довільної сукупності трубопроводів водопостачальної мережі;

локалізація аварійної зони зіпсованого трубопроводу та визначення запорної арматури, яка підлягає закриттю для гарантованого припинення доступу води в аварійну зону;

локалізація аварії у випадку зіпсованого гідранта;

статичне визначення складових частин системи енергозабезпечення підприємства, які знаходяться під напругою;

динамічне визначення елементів під напругою у складі енергомереж у залежності від зміни стану окремих перемикачів.

Вирішення чотирьох останніх задач базується на використанні рекурсивної графіки. Вони ретельно розглядаються у шостому розділі. Розділ починається з визначення особливостей вирішення задач на інженерних мережах методами рекурсивної графіки в операційному середовищі ІДПС. Потім розглядається кожна з чотирьох задач. Перша формулюється наступним чином.

Задано орієнтований граф $G(V, E)$, де V - множина всіх вузлів графу, які відповідають гідрантам водопостачальної мережі; E - множина дуг графу, які відповідають дійсним трубопроводам; $V = \{v_1, \dots, v_n\}$; $E \subseteq \{e_{ij} = (v_i, v_j) \mid i, j = 1, n; i \neq j\}$; визначена функція Z на множині E , котра відображає її на множину $\{0, 1, 2, 3\}$ за правилом $Z(e_{ij}) = z_{ij}$, де

$$z_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } e_{ij} \text{ - трубопровід без запорної арматури;} \\ 1, & \text{якщо } e_{ij} \text{ має заслонку на початку труби;} \\ 2, & \text{якщо } e_{ij} \text{ має заслонку в кінці труби;} \\ 3, & \text{якщо } e_{ij} \text{ має дві заслонки;} \end{cases} \quad (33)$$

нехай G_{ijl} , де $l=1, \overline{m_{ij}}$; m_{ij} - загальна кількість аварійних зон трубопроводу e_{ij} , $G_{ijl} \subseteq G(V, E)$; відома аварійна дуга e_{pq} .

Треба визначити підграф $G_x(V_x, E_x) \subseteq G(V, E)$, який однозначно визначає аварійну зону трубопроводу e_{pq} і в якому V_x задовольняє критерію $\text{card } V_x = \min_{l=1, \overline{m_{ij}}} \{\text{card } V_l\}$, тобто від мережі відсікається

найменша кількість споживачів; крім того треба визначити мінімальну множину заслонок $W = \{(e_{ij}, v_r) | e_{ij} \in E, v_r \in V, r=ivj\}$ у підграфі G_x , які дозволяють зупинити постачання води в зону.

Перша підзадача вирішується за допомогою рекурсивного алгоритму, якому відповідає рекурсивна функція

$$f(e_{pq}) = \begin{cases} G_0 & , \text{ якщо } z_{pq} = 3 ; \\ R(G_0, v_p) & , \text{ якщо } z_{pq} = 2 ; \\ R(G_0, v_q) & , \text{ якщо } z_{pq} = 1 ; \\ R(R(G_0, v_p), v_q) & , \text{ якщо } z_{pq} = 0 , \end{cases} \quad (34)$$

де $\forall e_{pq} \in E \quad E_0 = \{e_{pq}\}$; $V_0 = \{v_p, v_q\}$; $G_0 = G(V_0, E_0)$:

$$R(G_x, v_r) = \begin{cases} G_1, & \text{ якщо } \text{card}(E_r^c = E_r \setminus E_x) = 0; \\ R(Q(G_x, e_{ij}), v_r), & e_{ij} \in E_r^c, i=rvj=r, i \neq j, \\ & \text{якщо } \text{card } E_r^c > 1; \\ Q(G_x, e_{ij}), & e_{ij} \in E_r^c, i=rvj=r, i \neq j, \\ & \text{якщо } \text{card } E_r^c = 1; \end{cases}$$

$$Q(G_x, v_r) = \begin{cases} \emptyset, & \text{якщо } z_{ij} = 1 \wedge e_{ij} \in E_r^+ \\ & z_{ij} = 2 \wedge e_{ij} \in E_r^-; \\ G_x \cup G_{ij}, & \text{якщо } z_{ij} = 1 \wedge e_{ij} \in E_r^+ \\ & z_{ij} = 2 \wedge e_{ij} \in E_r^-; \\ G_x \cup G_{ij} \cup R(G_x, v_s | v_s \in \{v_i, v_j\}; v_s \neq v_r), & \text{якщо } z_{ij} = 0. \end{cases}$$

Тут $G_x \cup G_{ij} \Leftrightarrow (V_x \cup \{v_r\}; E_x \cup e_{ij})$, $i=rvj=r$, або $G_{ij} = (\{v_i, v_j\}, e_{ij})$.

Для вирішення другої підзадачи введемо наступні позначення:

$E_i^1 = \{e_{ij} | e_{ij} \in E_i^- \wedge z_{ij} = 2 \vee e_{ij} \in E_i^+ \wedge z_{ij} = 1\}$; $E_i^2 = E_i \cap E_1$; $E_i^3 = E_i \setminus E_1$; $E_i^4 = E_i^2 \cap E_i^1$. Тоді алгоритм вирішення цієї підзадачі можна визначити за допомогою функції

$$W(G_1 = (E, V)) = \bigcup_{v_i \in V_1} w(v_i), \quad (35)$$

$$\text{де } w(v_i) = \begin{cases} \emptyset, & \text{якщо } E_i^3 = \emptyset; \\ \bigcup_{e \in E_i^2} \{e_{ij}, v_i\}, & \text{якщо } E_i^3 \neq \emptyset \wedge E_i^4 = \emptyset; \\ \bigcup_{e \in E_i^3} \{e_{ij}, v_i\}, & \text{якщо } E_i^3 \neq \emptyset \wedge E_i^4 \neq \emptyset. \end{cases}$$

Наведені алгоритми з відповідною корекцією можуть бути використані для локалізації аварійної зослонки або гідранту.

У роботі доводиться оптимальність зони G_x , яка визначається функцією (34), щодо критеріїв: мінімуму водоводів, які залишаються без води; мінімальної кількості абонентів, які відсікаються від мережі, та максимального водоспоживання.

Сучасні системи енергозабезпечення підприємств являють собою складну мережу, до складу якої входять сотні споживачів, сотні перемикачів, сотні зв'язуючих електричних кабелів. Стан такої системи доцільно фіксувати за допомогою комп'ютерних мнемосхем.

Математична модель системи енергозабезпечення являє собою зв'язний граф $G(V, E)$, де $V = \{v_i\}_1^n$, - множина електричних з'єднань, вхідних трансформаторів та споживачів, $E = \{e_{ij} = (v_i, v_j) | i, j = \overline{1, n}, i \neq j\}$ - множина електрокабелів, електрошин, високовольтних перемикачів. Кожному вузлу інцидентна множина ребер $E_i = (\{e_{kj}\} \cup \{e_{ik}\})$, де $e_{kj}, e_{ik} \in E$, $k, i, j = \overline{1, n}$. Введемо функцію Z на множині E , яка відображує її на множину $\{0, 1\}$ згідно з правилом $Z(e_{ij}) = z_{ij}$, де

$$z_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } e_{ij} \text{ є розімкнений перемикач;} \\ 1, & \text{якщо } e_{ij} \text{ є замкнений перемикач або кабель чи шина;} \end{cases}$$

введемо також функцію Y на множині E , яка відображує її на

множини V згідно з правилом $Y(e_{ij})=y_{ij}$, де

$$y_{ij} = \begin{cases} v_i, & \text{якщо напруга до } e_{ij} \text{ подається від вузла } v_i; \\ v_j, & \text{якщо напруга до } e_{ij} \text{ подається від вузла } v_j. \end{cases}$$

Нехай відома множина вузлів $T \subset V$, до яких подається напруга від вхідних трансформаторів. Тоді множина гарячих, що знаходяться під робочою напругою, ребер визначиться функцією

$$F = \bigcup_{k=1}^{\text{card } T} R(\phi, v_k), \quad v_k \in T, \quad (36)$$

де рекурсивна функція R (початок рекурсії) повертає множину гарячих ребер A , які "нагріваються" від v_i з боку множини ребер A , пустої для $v_i \in T$,

$$R(A_i, v_i) = \bigcup_{e_{ij} \in E_i \setminus A} Q(v_i, e_{ij}). \quad (37)$$

Рекурсивна функція Q (кінець рекурсії) повертає множину гарячих ребер, які "нагріваються" від e_{ij} з боку v_i ,

$$Q(v_i, e_{ij}) = \begin{cases} \{e_{ij}\} \cup R(\{e_{ij}\}, v_i), & Y(e_{ij}) := v_i, \text{ якщо } Z(e_{ij}) = 1; \\ \emptyset, & Y(e_{ij}) := v_i, \text{ якщо } Z(e_{ij}) = 0. \end{cases} \quad (38)$$

Наведені функції (36)–(38) визначають гарячі компоненти енергосистеми в залежності від положення перемикачів. На електронній мнемосхемі це відповідає статичному фарбуванню гарячих компонентів "гарячим" кольором. Рекурсивна функція (37) може бути використана для динамічного фарбування мнемосхеми, коли вже відоме статичне фарбування і необхідно тільки зкорегувати множину гарячих ребер при зміні положення окремого перемикача e_{ij} :

$$D(E^h, e_{ij}) = \begin{cases} E^h \setminus R(E_{Y(e_{ij})} \setminus \{e_{ij}\}, Y(e_{ij})), & \text{якщо } Z(e_{ij}) = 0; \\ E^h \cup R(E_{Y(e_{ij})} \setminus \{e_{ij}\}, Y(e_{ij})), & \text{якщо } Z(e_{ij}) = 1, \end{cases} \quad (39)$$

де E^h - множина гарячих ребер; e_{ij} - перемикач, який змінив своє

положення: $Z(e_{ij}) = |z_{ij}|$.

Функції F та D ідентифікують гарячі компоненти системи як з однополярними, так і з двополярними перемикачами, тобто спроможними подавати напругу у двох напрямках.

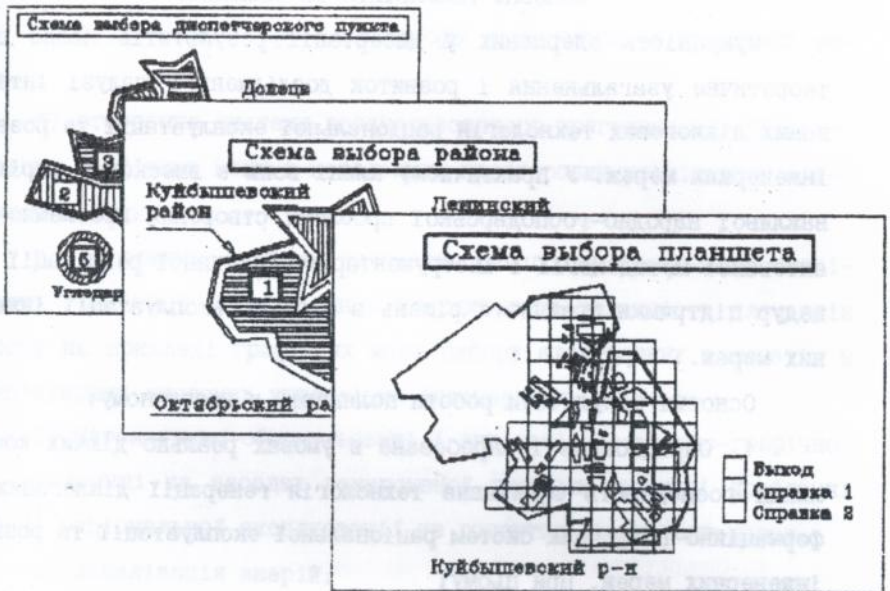
Останній підрозділ цілком присвячений питанням впровадження дисертаційних досліджень у діючі підприємства та установи. У розділі наводяться приклади опрацьованих автором ІДГС та ІДС.

У підрозділі 7.1 наводяться дані про ІДГС, що використовуються для раціональної експлуатації та розвитку міської водопостачальної мережі. У складі системи передбачена підсистема картографії та топографічної прив'язки, яка базується на трьохетапному виборі електронних планшетів (мал.3). Система вирішує низку проблемних задач, у тому числі задачі: побудови п'езометрів, локалізації аварій, визначення навантаження трубопроводів та ін.

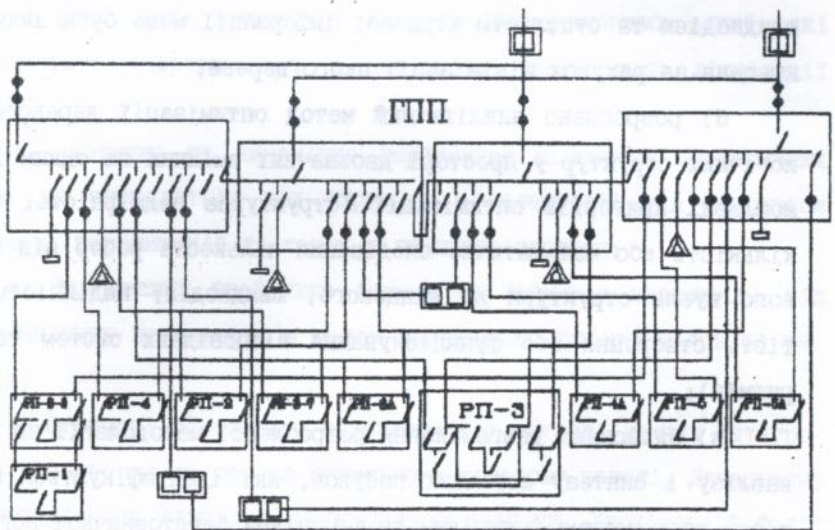
Підрозділ 7.2 вміщує матеріали щодо інтегрованої системи управління підприємством, яка ілюструється на прикладі Кримського содового заводу. Система включає підсистему енергозабезпечення з комплексом електронних мнемосхем (мал.4). Підсистема функціонує у реальному часі і стикається з телевимірною підсистемою збирання інформації про стан перемикачів та виникнення позаштатних станів.

В останньому підрозділі розглядається ІДГС загального управління та розвитку машинобудівного заводу. У складі системи передбачені підсистеми конструкторської та технологічної підготовки виробництва.

Для кожної впровадженої системи наведені структурні та функціональні схеми програмного та інформаційного забезпечення.



Мал.3. Трьохетапний вибір електронних планшетів.



Мал. 4. Електронна мнемосхема.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Сукупність одержаних у дисертації результатів являє собою теоретичне узагальнення і розвиток досліджень у галузі інтегрованих діалогових технологій раціональної експлуатації та розвитку інженерних мереж. У практичному плані вони є внеском у вирішення важливої народно-господарської проблеми створення проблемно-орієнтованої методології і інструментарію ефективної реалізації процедур підтримки прийняття рішень в процесі експлуатації інженерних мереж.

Основні результати роботи полягають у наступному:

1. Опрацьована і апробована в умовах реально діючих комунальних господарств ефективна технологія генерації діалогових інформаційно-графічних систем раціональної експлуатації та розвитку інженерних мереж. При цьому:

а) показано, що схема діалогу в ергатичних системах може бути подана у вигляді логічного дерева, а ефективність діалогу за швидкодією та стислістю корисної інформації може бути значно покращена за рахунок мінімізації цього дерева;

б) розроблено аналітичний метод оптимізації деревоподібних логічних структур у просторі двозначних змінних за одним із семи можливих критеріїв оптимізації (структурна надмірність; середня кількість або математичне сподівання кількості ребер від кореневого вузла структури до кінцевого; швидкодія; надійність; вартість створення або функціонування відповідних систем та алгоритмів);

в) здійснено узагальнення розробленої методології на випадки аналізу і синтезу логічних побудов, які ідентифікуються не повністю визначеними функціями та функціями багатозначної логіки.

2. Розроблені комп'ютерні технології генерації графічних меню користувача, які включають:

а) формалізацію процедур вибору користувача в графічних меню;

б) створення системи автоматизованого програмування універсальних графічних меню з незалежним просторовим розміщенням елементів вибору;

в) створення системи автоматизованого програмування спеціальних графічних меню з явною координатною залежністю елементів вибору на прикладі графічних меню вибору електронних планшетів в комп'ютерних системах управління інженерними мережами.

3. Математично сформульовані і вирішені у векторно-графічному середовищі на засадах рекурсивної графіки наступні проблемні задачі раціональної експлуатації та розвитку інженерних мереж:

а) локалізація аварій;

б) побудова діаграм розподілу тиску (напруги);

в) визначення інтенсивності використання ліній зв'язку;

г) формування документів для аварійно-ремонтних служб, які забезпечують оперативність і надійність робіт щодо ліквідації аварій;

д) статичне та динамічне фарбування компонент електричних мереж, що знаходяться під струмом, у залежності від положення системних перемикачів та точок підведення напруги;

е) фарбування граф-схем інженерних мереж у залежності від різноманітних параметрів з метою визначення вузьких місць та резервів;

4. Отримані результати впроваджені у вигляді діючих інтегрованих діалогових систем на Кримському содовому заводі, Донецькому машинобудівному заводі гірнопровідної техніки, Харківській філії дослідно-конструкторського бюро автоматики, в Управлінні водоканалізаційного господарства м. Донецька та навчальному процесі Харківської державної академії міського господарства.

ОСНОВНІ ПРАЦІ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Интегрированная диалоговая система рациональной эксплуатации и развития систем подачи и распределения воды / Под ред. Евдокимова А.Г. и Самойленко Н.И. - Донецк: РИП Лебедь, 1994. - 192 с.

2. Евдокимов А.Г., Самойленко Н.И. Минимизация функций с применением микро- и мини-ЭВМ. Сборник задач и упражнений. - Харьков: Основа, 1993. - 256 с.

3. Самойленко Н.И. Синтез математической модели оптимальной структуры кодового дерева // Пробл. бионики. - Харьков, 1987. - Вып. 38. С. 84-89.

4. Самойленко Н.И. Синтез математической модели многозначного кодового дерева с минимальной структурной избыточностью // Пробл. бионики. - Харьков, 1990. - Вып. 44. - С. 74-80.

5. Самойленко Н.И. Оценка сложности выбора оптимальной логической структуры // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1987. - Вып. 84. - С. 84-86.

6. Самойленко Н.И., Евдокимов А.Г., Рябченко И.Н. Интегрированная диалоговая система рациональной эксплуатации и развития системы подачи и распределения воды // Новые информационные технологии управления развитием и функционированием трубопроводных систем энергетики. - Иркутск: Рос. АН, 1993. - С. 153-164.

7. Самойленко Н.И. Об одной задаче комбинаторики // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1978. - Вып. 37. - С. 69-73.

8. Самойленко Н.И. Определение максимальной длины сокращенной дизъюнктивной нормальной формы // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1978. - Вып. 37. - С. 67-69.

9. Самойленко Н.И. Оптимальное двоичное кодирование // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, - 1977. - Вып. 41. - С. 140-147.

10. Самойленко Н.И., Канарский В.Ф., Алексеев О.П. Об одном классе задач организации рационального автоматического поиска // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1975. - Вып.34. - С.151-154.

11. Самойленко Н.И., Канарский В.Ф., Алексеев О.П. Применение метода осевого склеивания в задачах минимизации логических функций // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1975. - Вып.34. - С. 155-158.

12. Самойленко Н.И., Кузьмин И.В. Графический метод минимизации булевых функций // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1977. - Вып.41. - С. 132-139.

13. Самойленко Н.И., Кузьмин И.В. Об одной задаче стохастического программирования // Численные методы нелинейного программирования. - Харьков, 1976. - С. 388-392.

14. Самойленко Н.И., Кузьмин И.В., Кузьменко В.М. Определение минимальной дизъюнктивной нормальной формы в задачах логических функций k -значной логики // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1976. - Вып.37. - С. 3-6.

15. Самойленко Н.И., Кузьмин И.В., Кузьменко В.М. Определение приоритета логических переменных в задачах распознавания состояния объекта по дереву поиска // АСУ и приборы автоматики. - Харьков, 1976. - Вып.37. - С. 7-10.

16. Самойленко Н.И., Маслак В.И. Определение аварийной зоны поврежденного трубопровода в городской водораспределительной системе // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства. - К.: ИСИО, 1994. - С. 95-97.

17. Самойленко Н.И., Маслак В.И., Самойленко М.Н. Компьютерный расчет квартальных водопроводных сетей больших городов // Коммунальное хозяйство городов. - Киев: Техника, 1995. - Вып.4. - С. 81-82.

18. Локализация аварии на городском трубопроводе / Самойлен-

ко Н.И., Маслак В.Н., Самойленко М.Н., Шевченко В.И. // Коммунальное хозяйство городов. - Харьков, 1995. - Вып. 5.

19. Samoilenko N.I., Samoilenko M.N. On Emergency Localization in Water Supply Networks. Proc. of the Third International Congress on Industrial and Applied Mathematics. Hamburg, 1995.

20. Samoilenko N.I., Samoilenko M.N., Bulaenko M.V. Computer technology for effective decision making // Проблемы и перспективы ресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Тез. докл. международ. НПК. - Харьков, 1995. - С. II.

21. Самойленко Н.И. Компьютерные электронные мнемосхемы в системах энергообеспечения // Техника и физика электронных систем и устройств. Тез. докл. международ. НПК. - Сумы, 1995. - Ч.2. - С. I24-I25.

22. Самойленко Н.И. Компьютерные технологии автоматизированного программирования пользовательских графических меню // Опыт и проблемы организации самостоятельной работы и контроля знаний студентов. Тез. докл. II Международ. НПК. - Сумы, 1995. - С. 77.

23. Компьютерные мнемосхемы в системах высоковольтного снабжения крупного предприятия / Самойленко Н.И., Бобух А.А., Евдокимов А.Г., Клейн Е.Б., Сурмак А.И. // Компьютерные технологии в промышленности: Тез. докл. международ. НПК. - К., 1994. - С. 71.

24. Самойленко Н.И., Евдокимов А.Г. Прогрессивная компьютерная технология генерации интегрированных информационных систем // Теория и техника передачи, приема и обработки информации: Тез. докл. международ. НПК. - Туапсе, - 1995. - С. 158.

25. Самойленко М.І., Евдокимов А.Г., Панасенко А.А. Комп'ютерні електронні мнемосхеми в системах електропостачання // Проблеми и перспективы ресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Тез. докл. международ. НПК. - Харьков, 1995. - С. 82.

26. Самойленко Н.И., Евдокимов А.Г., Самойленко М.Н. Рекур-

сивная графика в компьютерных технологиях // Опыт и проблемы организации самостоятельной работы и контроля знаний студентов. Тез. докл. II Международ. НК. - Сумы, 1995. - С. 122-123.

27. Самойленко Н.И., Евдокимов А.Г., Булаенко М.В. Генерация графических меню с явно выраженной координатной зависимостью элементов выбора // Техника и физика электронных систем и устройств: Тез. докл. НТК. - Сумы, 1995. - Ч.2. - С. 122-123.

28. Самойленко Н.И., Самойленко Н.В. Использование интегрированных вычислительных сред для проектирования и эксплуатации систем "человек-техника" // Эргономика и эффективность систем "человек-техника". Тез. докл. XVII Межрегионального семинара. - Игналина, 1991, - С. 141.

29. Самойленко Н.И., Кожевников Г.К., Черненко Г.И. Разработка базы данных о качестве деятельности человека-оператора для ПЭВМ // Эффективность, качество, надежность систем "человек-техника". Тез. докл. IX Всесоюзного симпозиума. - Воронеж, 1990. - С. 45-46.

30. Самойленко Н.И., Кузьмин И.В. Синтез быстродействующих алгоритмов распознавания состояния объекта дискретного типа // Теория адаптивных систем. Тез. докл. III Всесоюзного симпозиума.- Л., 1976. - С. 23.

31. Самойленко Н.И., Евдокимов А.Г., Рябенко И.Н. Интегрированная диалоговая система рациональной эксплуатации и развития систем подачи и распределения воды // Харьков - XXI век. Тез. докл. городской НПК. Харьков, 1993.- С. 76-77.

32. Самойленко Н.И., Погребняк Б.И. Принципы построения диалоговой системы расчета инженерных сетей. - Харьков, 1988.- 9 с. Деп. в УкрНИНТИ, №820-Ук88.

АННОТАЦІЇ

Samoilenko N.I. Computer-aided integrated informational and graphical technologies for rational exploitation and development of engineering networks. The dissertation is a manuscript to complete for earning the doctoral degree in technical sciences, the specialties: 05.13.02 - mathematical modelling in scientific research; 05.13.04 - CAM and information processing systems. Kharkov State University for Radioelectronics, Kharkov, 1995.

1 monography, 1 text book, all together 65 scientific papers, which contain theoretical generalization and chart-building technologies and models for structural analysis and synthesis of integrated hierarchic systems of exploitation and development of engineering networks, are defended. An analytical approach to synthesis of structures with higher index of effectiveness and corresponding criteria for optimization are developed. Technologies for computer-aided design of graphical uses menu and corresponding software are presented. A set of problems for engineering networks is formulated and solved with recursive graphics' methods. Data on designing of integrated systems and their implementation to several large enterprises of Ukraine are shown.

Самойленко Н.И. Компьютерные интегрированные информационно-графические технологии рациональной эксплуатации и развития инженерных сетей. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 05.13.02 - математическое моделирование в научных исследованиях; 05.13.04 - АСУ и системы обработки информации. Харьковский государственный технический университет радиоэлектроник, Харьков, 1995.

Защищается 1 монография, 1 учебное пособие, всего 65 научных

работ, которые содержат теоретическое обобщение и развитие методологии и моделей структурного анализа и синтеза интегрированных иерархических систем эксплуатации и развития инженерных сетей. Разработан аналитический метод синтеза древовидных структур с повышенными показателями эффективности и соответствующие критерии оптимизации. Предложены технологии автоматизированной генерации пользовательских графических меню и соответствующее программное обеспечение. Сформулирован и решен методами рекурсивной графики комплекс задач на инженерных сетях. Приводятся данные по разработке интегрированных систем и их внедрению на ряде крупных предприятий Украины.

Ключові слова: інженерні мережі, інтегровані технології, кодове дерево, методи оптимізації, рекурсивна графіка, меню вибору користувача, автоматизоване програмування.

Самойленко Микола Іванович

**КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕГРОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ГРАФІЧНІ
ТЕХНОЛОГІЇ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА
РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

Автореферат дисертації

Відповідальний випусковий Добридень В.О.

Підписано до друку 20.02.1996. Формат паперу 60 x 84 1/16
Друк офсетний. Обсяг 2,0 обл.-вид. арк. Зам. N 137
Тираж 100 прим. Безкоштовно

ХДАМГ, 310002, Харків, вул. Революції, 12
Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХДАМГ

444850

Ав 34.277

АВ 34.277

Самостоятельно изданный

КОМПЬЮТЕРИ И ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТА
ПОЗНАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕТЕК

Автоматизация

Издательство инженерной литературы В.О.

Иллюстрация до 100 руб. 20.02.1998. Формат 60 x 84 1/16
Два экземпляра. Объем 2,0 одн. экз. 3-е изд. N 137
Тираж 100 экз. Некоммерческое

КРАМЕТ, 310002, Казань, ул. Ферзманов, 12
Заказ оформлен в издательстве ИОН КРАМЕТ

044820