

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

На правах рукопису

Борісенко Тетяна Іванівна

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИНТЕЗУ  
ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНОГО  
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

05.13.09 – Математичне та програмне забезпечення  
обчислювальних машин та систем

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук

Харків 1995

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00761280 (0)

Науковий керівник :  
В.М. Левикін.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор В.П. Шабанов-Кушнарєнко.
2. Кандидат технічних наук, доцент О.І. Пушкар.

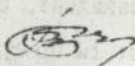
Провідна організація: Дніпропетровський державний університет, міністерство освіти України.

Захист відбудеться "2" ноября 1995 р.  
на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.25.03 в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки за адресою: 310726, м. Харків, пр. Леніна, 14.  
Тел: (0572) 40-91-13.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці університету.

Автореферат розісланий "29" сентября 1995 р.

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  В.В. Безкоровайнй  
всього пронумеровано 23 стор.

Зам. 12/178-95

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність і ступень дослідженості тематики дисертації. Практика розробки сучасних автоматизованих систем і досвід їх використання показали, що створення програмного забезпечення (ПЗ) є вельми складним, трудомістким процесом, що дорого коштує. Тому потребу у програмному забезпеченні можна задовільнити лише при використанні високопродуктивних систем та засобів автоматизації розробки (ЗАР) ПЗ.

У існуючих ЗАР ПЗ в недостатньо повній мірі автоматизовано найбільш складний і трудомісткий етап реалізації програм (написання команд і налагодження), що суттєво знижує ефективність застосування цих засобів у цілому. Крім того, більшість існуючих ЗАР ПЗ неприйнятні для користувачів-непрофесійних програмістів, що значно знижує доступність цих засобів для масового користувача і обмежує сферу їх практичного застосування.

Аналіз існуючих підходів до автоматизації розробки проблемно-орієнтованого ПЗ автоматизованих систем (АО) дозволяє виділити актуальний напрям дослідження, що інтенсивно розвивають останнім часом і який пов'язаний з побудовою систем та інструментальних засобів автоматичного синтезу програм (ЗАСП). Серед ЗАСП найбільш перспективні системи, у яких застосовується дедуктивний підхід до синтезу проблемно-орієнтованих програм. Дедуктивний підхід оснований на апараті автоматичного доведення теорем існування рішень і дозволяє отримувати свідомо правильні, вільні від логічних помилок алгоритми і відповідні їм програми за їх непроцедурними специфікаціями.

Слід відзначити, що на цей час відома обмежена кількість

практично реалізованих ЗАСП на основі дедуктивного синтезу, а питання створення систем автоматичного синтезу об'єктно-орієнтованих програм, що забезпечують можливість спільного використання різних методів і стратегій доведення теорем з включенням базового механізму їх селективного вибору, досліджені недостатньо, і їх вирішення є важливою і актуальною проблемою.

Мета роботи і основні задачі наукового дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка науково обгрунтованої технології та засобів автоматизації синтезу проблемно-орієнтованого ПЗ АС, а також їх реалізація у вигляді інструментальної системи автоматизованого синтезу проблемно-орієнтованих програм за їх специфікаціями.

Основні задачі наукового дослідження:

систематизація і аналіз сучасних методологій розробки ПЗ АС з метою вибору ефективних методів і засобів автоматизації синтезу проблемно-орієнтованих програм;

застосування теоретико-категорного підходу до системного моделювання процесів автоматизації розробки ПЗ АС;

розробка мови специфікацій задач (програм) і діалогових засобів підтримки процесів складання специфікацій комплексів задач АС;

розробка і дослідження технології і базового алгоритмічного забезпечення процесів автоматичного синтезу об'єктно-орієнтованих програм за їх специфікаціями;

розробка загальної концепції побудови, структури і функцій комплексу інструментальних засобів автоматизації розробки проблемно-орієнтованого ПЗ;

впробація і оцінка ефективності застосування реалізованої версії комплексу інструментальних засобів автоматизації

розробки ПЗ.

Теоретична і практична цінність дослідження і його наукова новина. Теоретичні дослідження на всіх етапах базуються на єдиному алгебраїчному апараті "наскрізної" формалізації, що дозволяє забезпечити чітку взаємну узгодженість отримуваних результатів. Впровадження розробленого підходу, алгоритмів, засобів і технології автоматизованої розробки ПЗ АС, дозволяє знизити трудомісткість і скоротити строки розробки ПЗ, забезпечує автоматизоване документування на всіх етапах розробки ПЗ АС.

Наукова новина роботи полягає у такому:

запропоновано теоретико-категорний підхід до системної формалізації процесів розробки програмного забезпечення АС;

розроблено теоретико-категорну модель процесів дедуктивного синтезу об'єктно-орієнтованих програм;

запропоновано дворівневу мову специфікацій задач (програм);

запропоновано технологію і розроблено комплекс базових алгоритмів для систем автоматизації синтезу об'єктно-орієнтованих програм за їх специфікаціями;

визначені загальна концепція побудови і структура комплексу інструментальних засобів автоматизації розробки ПЗ АС.

Рівень реалізації і впровадження наукових розробок.

Програмний комплекс, який реалізує розроблену технологію і алгоритми автоматизованої розробки ПЗ АС, використаний при створенні ПЗ для задач організаційного управління виробництвом, бухгалтерського обліку і аналізу. Перевірка ефективності розроблених алгоритмів здійснювалась в умовах промислової експлуатації програмного комплексу, результати якої підтвердили можливість використання на практиці теоретичних розро-

бок, які виконані у даній дисертаційній роботі.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися на Всесоюзній конференції по впровадженню економіко-математичних методів і ЕОМ в управлінні виробництвом (Одеса, 1985 р.), на Республіканській школі-семінарі "Діалогові системи і графіка" (Москва, 1986 р.), на Республіканській конференції "Підвищення якості програмного забезпечення ЕОМ" (Севастополь, 1986 р.), Всесоюзній школі-семінарі "Психологічна біоніка" (Харків, 1986 р.), на галузевому науково-технічному семінарі "Досвід створення АСУ ГВС у верстатобудуванні" (Москва, 1986 р.).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані у 6 друкованих роботах.

Структура і обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, містить 13 малюнків, 1 таблицю, список використаної літератури з 115 найменувань і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 138 сторінок.

Особистий внесок у наукові результати, що виносяться на захист:

застосування апарату теорії категорій і функторів для формалізації процесів розробки ПЗ АС;

розробка дворівневої мови специфікацій задач із забезпеченням можливості формування описів об'єктно-орієнтованих програм;

розробка технологій і алгоритмів дедуктивного синтезу об'єктно-орієнтованих програм, що реалізують можливість використання декількох методів і стратегій доведення теорем.

Методологія і метод дослідження предмету. В основу теоретичних досліджень покладено методи теорії категорій і фун-

кторів, методи математичної логіки і логічного виводу, автоматичного доведення теорем, методи теорії графів і теорії множин.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність досліджуваної проблеми, розглянуто загальну структуру і запропоновано короткий аналіз змісту основних розділів дисертаційної роботи.

У першому розділі проведено аналіз існуючих підходів до автоматизації розробки ПЗ АС, розглянуто методи і засоби автоматичного синтезу програм. На підставі проведених досліджень були зроблені такі висновки:

серед існуючих підходів до автоматизації розробки проблемно-орієнтованого ПЗ АС можна виділити актуальний напрям досліджень, що інтенсивно розвивають і який пов'язаний з побудовою систем та інструментальних засобів на основі методів автоматичного синтезу програм;

основні концепції і методи побудови таких систем розглянуто недостатньо, тому необхідний попередній системний структурно-функціональний аналіз даної проблеми на основі створення загальної математичної моделі процесів синтезу програм;

основними задачами побудови ЗАСП є: створення мов специфікацій, що дозволять кінцевому користувачу формувати точний, зрозумілий і повний опис задачі більш зручними, доступними і простими засобами, ніж традиційні алгоритмічні мови програмування; розробка ефективних алгоритмів побудови програм за їх специфікаціями;

перспективним напрямом рішення визначених вище задач є побудова систем автоматизації розробки ПЗ АС, у яких застосовується дедуктивний підхід до синтезу програм, оснований

на апараті автоматичного доведення теорем існування рішення, що дозволяє отримувати свідомо вірні, вільні від логічних помилок алгоритми і відповідні їм програмні продукти;

важливим і перспективним напрямом досліджень є створення загальної концепції побудови та засобів реалізації інтегрованих ЗАСП, орієнтованих на спільне використання різних методів і стратегій доведення теорем. *J. K. K.*

У другому розділі пропонується теоретико-категорний підхід до формалізації процесу розробки об'єктно-орієнтованого ПЗ АС. Теорія категорій і функторів застосовується як єдина алгебраїчна мова системної формалізації складного об'єкту досліджень, що містить численні різноманітні елементи і процеси взаємодії. Такий підхід у кінцевому підсумку дозволяє забезпечити загальну наступність та несуперечливість досліджень, що проводяться у роботі.

При використанні для вирішення проблеми автоматизації розробки ПЗ АС традиційних мов і систем програмування відповідний технологічний процес розбивається на два основних етапи. Перший етап – це формування змістовного опису задачі (категорія  $Q$ ), коли для заданої предметної галузі (категорія  $\Omega$ ) з використанням мовних засобів відповідних стандартів (категорія  $L_{\Omega}$ ) розробляються специфікації ПЗ у вигляді сукупності документів: технічного завдання, постановки задачі, загального алгоритму рішення і т.і., які з формальної точки зору можуть бути визначені як нормативна концептуальна модель задачі (категорія  $M_{\Omega}$ ). Другий етап – це процес реалізації відповідних програмних модулів і вихідної документації (категорія  $W$ ) на основі моделі  $M_{\Omega}$  з використанням обраної мови програмування (категорія  $L_p$ ), які інтерпретуються як програмна модель задачі (категорія  $M_p$ ).

З теоретико-категорних позицій описування технологічний процес розробки ПЗ може бути представлений у вигляді теоретико-категорної діаграми.

Теоретико-категорна модель процесу розробки ПЗ

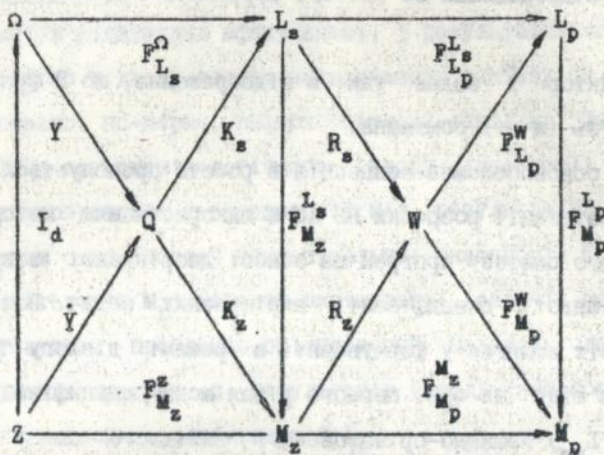


Рис. 1.

На рис. 1 прийняті такі позначення:

$I_d$  - функтор вкладення;

$Y$  - функтор опису задачі;

$K_s$  - функтор використання стандартів;

$K_z$  - функтор концептуального моделювання задачі;

$F_{M_z}^{L_s}$  - функтор відображення вимог стандартів у концептуальній моделі задачі;

$R_z$  - функтор реалізації вихідних програмних модулів і документації;

$R_s$  - функтор реалізації вимог стандартів;

$F_{M_p}^{W}$  - функтор моделювання процесів кодування, налагодження, тестування програм і складання вихідної програмної

документації;

$F_{L_D}^W$  - функтор обгрутованого вибору і застосування мови програмування;

$F_{L_S}^{\Omega}$ ,  $F_{L_D}^{L_S}$ ,  $F_{M_D}^{L_D}$ ,  $F_{M_Z}^{L_D}$ ,  $F_{M_Z}^Z$ ,  $F_{M_D}^{M_Z}$  - допоміжні функтори, що задають відображення об'єктів і морфізмів відповідних категорій.

функтор  $\dot{Y}$  задає такі ж відображення, що й функтор  $Y$ , але галузь їх дії обмежена.

Як основоположна концепція в роботі пропонується підхід до автоматизації розробки ПЗ АС з використанням методу дедуктивного синтезу програм на основі дворівневої (зовнішньої і внутрішньої) специфікації вирішуваних задач. Початковий етап робіт полягає у формуванні в режимі діалогу "розробник-комп'ютер" на базі першого рівня мови специфікацій (категорія  $L_{вр}$ ) машинно-орієнтованого вихідного опису задачі (зовнішньої специфікації), інтерпретованої в цілому як концептуальна модель задачі (категорія  $M_K$ ). На відміну від описаної вище традиційної технології у даному випадку етап формування  $M_K$  реалізується автоматизовано з використанням відповідних алгоритмів та програм.

На другому етапі робіт здійснюється процес автоматизованого перетворення (категорія  $P$ ) структурних компонент зовнішньої специфікації на мову опису формальних специфікацій в рамках мови логіки предикатів  $i$ -ого порядку (категорія  $L_L$ ). В результаті формується внутрішнє зображення задачі у вигляді теореми існування рішення, формально інтерпретоване як логічна модель задачі (категорія  $M_L$ ). На третьому етапі автоматично реалізується алгоритм логічного виводу, в результаті виконання якого формується на відповідній мові зображення графів (категорія  $L_G$ ) результуюче дерево виводу, яке

називається теоретико-графовою моделлю задачі (категорія  $M_G$ ). На останньому, четвертому, етапі за допомогою інструментальних мовних засобів програмування здійснюється процес реалізації ПЗ, тобто здобування результуючих програмних одиниць і формування вихідної програмної документації.

З метою підвищення ефективності і результативності запропонованого підходу до автоматизованого синтезу ПЗ АС було запропоновано: по-перше, використовувати декілька методів і відповідних алгоритмів логічного виводу (категорії  $V_1, \dots, V_m$ ), застосовуючи їх у залежності від результатів аналізу характерних особливостей концептуальної (категорія  $M_K$ ) і логічної (категорія  $M_L$ ) моделей вирішуваної задачі, по-друге, використовувати проблемно-орієнтований механізм добування результуючих програм з результатів виводу (категорія  $W_1$ ), який адаптується до особливостей  $L_p$ .

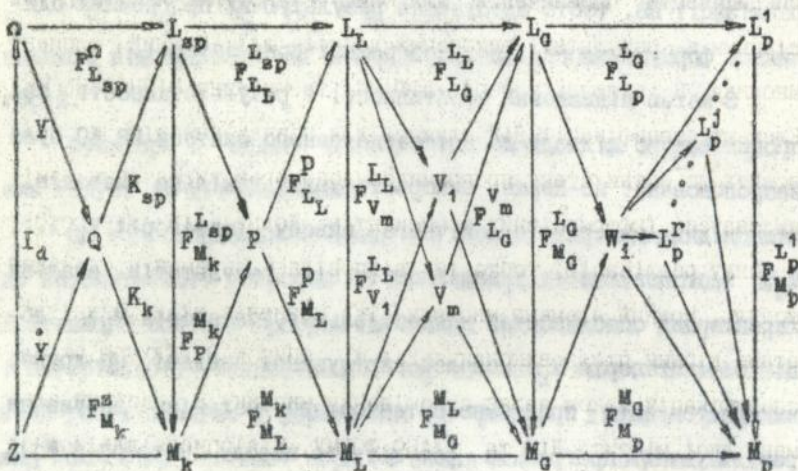
Для конструктивно-проблемно-орієнтованої реалізації запропонований механізм добування використовує при побудові програмних модулів не оператори інструментальної мови програмування, а широко використовувані у сучасних інформаційних технологіях бібліотеки програм (категорії  $L_p^1, \dots, L_p^j, \dots, L_p^r$ ). При цьому, як показують сучасні дослідження, найбільш перспективним є використання бібліотек об'єктно-орієнтованих програм.

Теоретико-категорна модель процесів автоматизації розробки ПЗ АС з урахуванням описаних вище особливостей зображена на рис. 2. Функтори мають змістовну інтерпретацію, подібну до тої, яка використовується у теоретико-категорній формалізації традиційної технології розробки програм з використанням мов і систем програмування. Решту компонентів даної діаграми розглянуто раніше. Деякі незначні функтори

не відображені.

### Теоретико-категорна модель процесу автоматизації

розробки ПЗ АС



Фиг. 2

Наведені моделі процесу розробки ПЗ АС дозволяють в подальшому достатньо повно і строго визначити основні компоненти і технології процесу розробки складних програмних комплексів і дають можливість побудови системи автоматизації розробки ПЗ АС на основі цієї технології шляхом конструктивного реалізації функторів у вигляді машинних процедур і програм.

У розділі також описана дворівнева мова специфікації задач, що поєднує зовнішню мову (для користувача) і внутрішньосистемну (для зображення вихідних описів як задач доведення теорем). Зовнішня мова специфікації включає у себе опис початкового стану, що є множиною початкових відношень  $T_I$ . Кожний елемент множини  $T_I$  - це елемент мови специфікації початкового відношення, що являє собою у загальному випадку п-

мірне відношення між об'єктами, якими повинна буде оперувати програма, що синтезується. Відношення повинно бути обов'язково інтерпретоване. СПИСОК ПОРОДЖУВАНИХ ВІДНОШЕНЬ  $S_p$  у мові специфікацій призначений для опису відношень, які стануть вірними в результаті виконання деякої дії. Кожний елемент множини  $S_p$  включає у себе ДІЮ  $d_k$  та множину ВІДНОШЕНЬ  $T_k^p$ . Елемент специфікації ДІЯ служить для позначення дій, що приводять до зміни стану програми за допомогою визначення, зміни значень інформаційних компонентів. Кожна ДІЯ має готову машинну реалізацію, тобто їй відповідає окремий програмний модуль. Кожний елемент множини  $T_k^p$  позначає відношення, яке стане вірним після виконання дії  $d_k$ . СПИСОК ПЕРЕДУМОВ у мові специфікацій також являє собою деяку множину  $S_u$ , кожний елемент якої містить ДІЮ та І/АБО ФОРМУ. Він описує для кожної допустимої дії  $d_k$  передумову  $W_k$ , яка повинна бути справжньою перед її виконанням. Передумова являє собою список відношень, що об'єднуються логічними зв'язками "і" та "або". Елемент мови специфікацій МЕТА описує цільовий стан, якого необхідно досягнути. МЕТА є також списком відношень, які повинні бути вірними в цільовому стані і об'єднуються логічними зв'язками "і" та "або".

Зовнішня специфікація автоматично (програмно) перетворюється на внутрішню з використанням спеціального алгоритму, що відповідає конструктивній реалізації функторів  $F_{M_k}^p, F_p^{M_k}$  і  $F_{M_L}^{M_k}$  у теоретико-категорній моделі процесу автоматизації розробки ПЗ. Внутрішня специфікація програми являє собою сукупність правильно побудованих формул логіки і-ого порядку, на які накладено деякі додаткові обмеження. У формулах внутрішньої специфікації використовуються одні і ті ж предикати стандартного вигляду: предикат  $P_i(S)$  означає, що стан  $S$  є

можливим, тобто може бути досягнутий;  $P2(r,S)$  - що у стані  $S$  справедливе відношення  $r$ ;  $P3(d,S)$  - що дія  $d$  здійснима у стані  $S$ ;  $P4(x,y)$  - що  $x \neq y$ . Крім того, використовується стандартна функція  $F1(d,S)$ , що відображає стан  $S$  у той стан, який є результатом дії  $d$ . Внутрішня специфікація включає 7 окремих різновидів формул. Формула 1-ого різновиду однакова для внутрішньої специфікації будь-якої програми і виражається предикатом  $P1(SI)$ , у якому  $SI$  - початковий стан.

Формули 2-ого різновиду, що відповідають опису початкових відношень, повинні мати такий вид

$$P2(f_k(c_1, \dots, c_n), SI), \quad n=1,2,3, \dots, \quad (1)$$

де  $f_k$  - функція, що відповідає будь-якому початковому відношенню;

$c_1, \dots, c_n$  - константи.

Формули 3-ого різновиду описують для кожної дії відношення, які будуть вірними в результаті її виконання

$$P2(f_j(v_k, \dots, v_n) ; F1(d_r(v_1, \dots, v_r), S)) , \quad (2)$$

де  $f_j$  - функція, що відповідає відношенню, породжуваному дією;

$v_k, \dots, v_n$  - змінні, що відповідають об'єктам відношення;

$k=1,2,3, \dots$  ;

$d_r(v_1, \dots, v_r)$  - терм, що відповідає дії,  $r=1,2,3, \dots$  .

Формули 4-ого різновиду описують для кожної дії попередні умови її виконання. Ці формули мають такий вигляд (диз'яктивний)

$$\begin{aligned}
 & ((P2(f_j(v_n, \dots, v_m), S) \wedge \dots \wedge P2(f_e(v_1, \dots, v_q), S)) \vee \dots \\
 & \vee (P2(f_u(v_c, \dots, v_t), S) \wedge \dots \wedge P2(f_a(v_d, \dots, v_g), S)) \wedge \\
 & \wedge (P4((v_k, \dots, v_h), (v_z, \dots, v_x)) \wedge \dots \wedge P4((v_y, \dots, v_p), \\
 & (v_c, \dots, v_b)) \rightarrow P3(d_1(v_1, \dots, v_r), S). \quad (3)
 \end{aligned}$$

де  $f_j, f_e, f_u, f_a$  - функції, що відповідають відношенням, які повинні бути вірними для того, щоб дія була здійсненою;

$(v_k, \dots, v_h), (v_z, \dots, v_x), (v_y, \dots, v_p), (v_c, \dots, v_b)$  - аргументи функцій, що зустрічаються у формулі більше ніж один раз;

$j, e, u, a, n, m, l, q, c, t, g, k, h, z, r$  - індекси, що приймають цілочисельні значення.

Формули 4-ого різновиду можуть мати і інший (кон'юнктивний) вигляд

$$\begin{aligned}
 & ((P2(f_j(v_n, \dots, v_m), S) \vee \dots \vee P2(f_e(v_1, \dots, v_q), S)) \wedge \dots \\
 & \wedge (P2(f_u(v_c, \dots, v_t), S) \vee \dots \vee P2(f_a(v_d, \dots, v_g), S)) \wedge \\
 & (P4((v_k, \dots, v_h), (v_z, \dots, v_x)) \wedge \dots \wedge P4((v_y, \dots, v_p), \\
 & (v_c, \dots, v_b)) \rightarrow P3(d_1(v_1, \dots, v_r), S). \quad (4)
 \end{aligned}$$

Формула 5-ого різновиду - це утвердження того, що якщо даний стан  $S$  є можливим і попередні умови деякої дії  $u$  задовільняються у цьому стані, то стан, породжуваний застосуванням дії  $u$ , також є можливим

$$(P1(S) \wedge P3(u, S)) \rightarrow P3(F1(u, S)). \quad (5)$$

Формули 6-ого різновиду - це твердження для кожної дії того, що всі відношення, які не використовуються у формулах 3-ього різновиду, як і раніше, будуть справедливі у всіх станах, породжуваних даною дією. Вони мають такий вигляд

$$(P2(Z, S) \wedge P4(Z, f_j(v_1, \dots, v_n)) \wedge \dots \wedge P4(Z, f_k(v_z, \dots, v_t))) \rightarrow P2(Z, F1(d_1(v_1, \dots, v_r), S)) , \quad (6)$$

де  $f_j, \dots, f_k$  - відношення, вказані для дії  $d_1$  у формулах (3).

Всі змінні у формулах описаних різновидів належать до квантору загальності ( $\forall$ ).

Формула 7-ого різновиду - це цільова формула. Вона може мати дві форми: кон'юнктивну і диз'юнктивну. Диз'юнктивна форма має такий вигляд

$$\exists S(P1(S) \wedge ((P2(f_j(C_n, \dots, C_b), S) \wedge \dots \wedge P2(f_o(C_c, \dots, C_g), S)) \vee \dots \vee (P2(f_a(C_d, \dots, C_q), S) \wedge \dots \wedge P2(f_u(C_x, \dots, C_x)S)))) , \quad (7)$$

де  $f_j, f_o, f_a, f_u$  - цільові відношення, тобто відношення, які повинні бути досягнуті.

Кон'юнктивна форма цільового твердження має вигляд

$$\exists S(P1(S) \wedge ((P2(f_j(C_n, \dots, C_b), S) \vee \dots \vee P2(f_o(C_c, \dots, C_g), S)) \wedge \dots \wedge (P2(f_a(C_d, \dots, C_q), S) \vee \dots \vee P2(f_u(C_x, \dots, C_x)S)))) . \quad (8)$$

Внутрішня специфікація виражає необхідний об'сяг знань для вирішення задачі.

У третьому розділі розглянуті питання розробки технології автоматизованого синтезу ПЗ АС. Проводиться опис комплексу алгоритмів, що є базовими компонентами запропонованого технологічного процесу розробки програм. Побудова запропонованої технології основана на формалізованій теоретико-категорній моделі процесів розробки ПЗ АС і полягає у конструктивній реалізації відповідних функторів за умов узгодженого використання різних методів (алгоритмів) логічного ви-

воду і початкових бібліотек програмних модулів (у першу чергу бібліотек об'єктно-орієнтованих програм). Функтори опису предметної галузі задач і концептуального моделювання реалізуються розробниками з використанням інтерактивних процедур підтримки. Технологією передбачено реалізацію функторів перетворення категорій  $M_k, M_L, M_G, M_D$  у автоматичному режимі роботи з мінімальною можливістю втручання розробників на етапах вибору методу доведення теорем і початкових об'єктно-орієнтованих або інших бібліотек програмних модулів. Таким чином, технологія автоматизованої розробки ПЗ АС об'єднує у єдиний технологічний процес базове алгоритмічне забезпечення, на основі розширення і доповнення якого можуть бути побудовані різноманітні проблемно-орієнтовані версії CAP.

Запропоноване базове алгоритмічне забезпечення включає у себе такі основні компоненти: алгоритм роботи блоку селекції методів виводу; алгоритм автоматичного доведення теорем методом семантичної резолюції; допоміжний алгоритм перетворення специфікації; алгоритм виводу у зворотній розкладній системі продукцій; алгоритм зворотного виводу мети із взаємодіючими компонентами; алгоритми добування програм з результатів виводу. До базового алгоритмічного забезпечення, що пропонується, входить також допоміжний алгоритм уніфікації, який використовується кожним з трьох алгоритмів доведення теореми існування рішення.

Алгоритм селекції призначений для вибору і активізації одного з трьох алгоритмів доведення теореми існування рішення і відповідного алгоритму добування програми.

Алгоритм автоматичного доведення теорем методом семантичної резолюції (PI-резолюції) представлений туу козактивною гіперрезолюцією у сполученні з стратегією добування

унікальних літер і стратегією поглинання.

Алгоритм виводу в зворотній розкладній системі продукцій на базі "І/АБО" - графів по спрямованості виводу є зворотним. Режим управління у ньому можна віднести до частково-пробного в зв'язку з тим, що перед остаточним застосуванням правила (породженням нових підцільових вершин) або породженням кінцевих термінальних вершин графу виконується перевірка на зберігання узгодженості графів, яким будуть належати "нові" вершини.

Алгоритм зворотнього виводу мети з компонентами, що взаємодіють, базується на ідеях про те, що більш ефективним може виявитися рішення компонент цільового виразу підцільей нарізно з наступною обробкою взаємодій, якщо вони виникають. Для обробки взаємодій (підцільей) використовується механізм регресії цільей, який застосовувався у розвинених системах побудови планів для робота (RSTRIPS).

У четвертому розділі розглянуті питання реалізації розроблених технологій і алгоритмів у вигляді системи автоматизації розробки проблемно-орієнтованого ПЗ АС. Система являє собою інтерактивний інструментальний комплекс підтримки розробника складних програмних комплексів, створених на базі об'єктно-орієнтованих бібліотек програмних модулів.

Інформаційне, програмне і математичне забезпечення системи об'єднані наскрізним технологічним процесом, що базується на єдиній теоретико-категорній формалізації процесів розробки ПЗ. Система складається з таких основних підсистем та блоків: підсистеми взаємодії з користувачами; блоку інтерактивної підтримки складання зовнішніх специфікацій; блоку перетворень (трансляції) зовнішніх специфікацій на внутрішні; підсистеми автоматичного доведення теорем з механіз-

мом селективного вибору методів (алгоритмів) доведення; блоку добування (реалізації) програм з доведення; банку бібліотек початкових програмних модулів і підсистеми реєстрації та налаштування на нову предметну галузь; бази знань; підсистеми допомоги і навчання користувачів.

Система призначена для використання як професійними розробниками ПЗ, так і користувачами-початківцями, які синтезують програмні комплекси для відносно простих і добре структурованих задач. Тому за основоположний принцип розробки підсистеми взаємодії з користувачами була прийнята вимога надання їм максимуму зручностей при роботі з системою. Дану вимогу було задовільнено на основі активного використання сучасного Windows-орієнтованого інтерфейсу, різноманітних систем меню, а також достатньо простої і зрозумілої мови зовнішньої змістовної специфікації задач з використанням розвинених засобів діалогової підтримки роботи з нею (блок інтерактивної підтримки) і засобів автоматичної трансляції до внутрішньосистемних формальних специфікацій (блок перетворення).

Відмітною особливістю системи є можливість переналагодження підсистеми автоматичного доведення (адаптація до характерних особливостей задач, що програмується) і блоку добування програм (адаптація до бібліотек початкових програмних модулів).

В базі знань підсистеми у систематизованому вигляді зберігаються узагальнені і конкретні відомості про предметні галузі і класи задач, що програмується.

Для системи, що розглядається, характерна розвинена підсистема контекстно залежних підказок і наявність блоку початкового навчання недосвідчених користувачів з добре

структурованими навчальними блоками (порціями) інструктивних даних та убудованим механізмом самотестування і контролю.

Сфера застосування системи - АС різноманітних типів, де автоматизація розробки ПЗ дає істотний ефект. У роботі розглянуті приклади застосування системи в організаційному управлінні і вирішенні економіко-бухгалтерських задач.

### ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. На основі систематизації і аналізу сучасних методологій розробки складних програмних комплексів показано перспективу використання систем автоматизації синтезу об'єктно-орієнтованих програм за їх специфікаціями, які базуються на наборі альтернативних методів і алгоритмів доведення теорем та механізмів їх селективного вибору в залежності від виявлених особливостей конкретних описів (специфікацій) задач, що програмується, із заданої проблемної галузі.

2. Запропоновано використання теоретико-категорного підходу до моделювання процесів розробки ПЗ АС, що дозволило створити єдиний математичний опис процесів створення складних програмних комплексів, що важко піддаються формалізації, забезпечити узгоджуваність та несуперечливість результатів дослідження.

3. Розроблено теоретико-категорну модель процесу дедуктивного синтезу програм.

4. Запропоновано засіб побудови мови специфікацій, що містить два рівні зображення у вигляді зовнішньої мови змістовного опису задач, орієнтованої на кінцевих користувачів, та внутрішньої мови формального опису, призначеної для повного і коректного зображення задач, що програмується, у виг-

ляді теорем існування рішень.

5. Розроблено технологію, що базується на оригінальному алгоритмічному забезпеченні, яке використовується як базовий компонент систем автоматичного синтезу об'єктно-орієнтованих програм за їх специфікаціями.

6. Розроблені технологія і алгоритми реалізовані у вигляді комплексу інструментальних засобів автоматизації розробки ПЗ АС (КІЗАР). Результати впровадження цього комплексу підтвердили ефективність розроблених засобів і можливість практичного використання теоретичних результатів, отриманих у даній дисертаційній роботі.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в таких роботах:

1. Шатрова Л.Н., Борисенко Т.И. Об одном подходе к автоматизации проектирования программно-математического обеспечения систем оперативного управления производством // Методы решения задач оперативного управления в АСУ отраслевого и межведомственного уровней: Тез. докл. -М., 1982.- С. 202-204.
2. Андреев В.Н., Борисенко Т.И., Нагучев Х.М. Комплекс средств автоматизации проектирования гибкой диалоговой системы оперативного управления производством // Всесоюз. конф. по внедрению экономико-математических методов и ЭВМ в управлении производством: Тез. докл.-М., 1985.- С. 188-190.
3. Борисенко Т.И., Левыкин В.М., Нагучев Х.М. Диалоговая система проектирования информационно-программного обеспечения ГАП // Диалоговые системы и графика: Тез. докл. Республ. школ.-семинара.- М., 1986.- С. 72-73.
4. Борисенко Т.И., Левыкин В.М., Шпинеv Ю.В. Автоматизация синтеза ПО подсистемы оперативного управления в АСУ ГАП // Опыт создания АСУ ППС в станкостроении: Тез. докл. отрасли.

научн.-техн. семинара.- М.,1986.- С. 112-113.

5. Борисенко Т.И., Левыкин В.М., Шпинев Ю.В. Диалоговая система автоматизированного синтеза ПО оперативного управления предприятием // Повышение качества ПО ЭВМ: Тез. докл. Республик. конф. - Севастополь, 1986.- С. 65-66.

6. Борисенко Т.И., Нагучев Х.М., Шпинев Ю.В., Диалоговая система информационного и программного обеспечения АСУ // Психологическая бионика: Прогр. и аннот. докл. Всесоюзн. школы-семинара. - Харьков, 1986. - С. 31.

#### АННОТАЦИИ

Борисенко Т.И. Автоматизация синтеза проблемно-ориентированного программного обеспечения автоматизированных систем. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.09 - математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем, Харьковский государственный технический университет радиозлектроники. Харьков, 1995. Предложен теоретико-категорный подход к системной формализации процессов автоматизации разработки ПО АС. Разработан двухуровневый язык спецификаций и диалоговые средства поддержки процессов составления спецификаций программируемых задач. Разработаны технология и базовые алгоритмы дедуктивного синтеза объектно-ориентированных программ по их спецификациям. Осуществлено внедрение созданного комплекса инструментальных средств при разработке промышленных программных продуктов.

Borisenko T.I. Automatization of automated systems problem-oriented software synthesis. A thesis for the scientific degree of candidate of sciences in technology, special-

lity code 05.13.09 - Mathematical methods and software for computers and systems. Kharkov State Technical University of Radioelectronics. Kharkov, 1995. Theoretical-category approach to the system formalization of the automatization processes of the automated systems software development is proposed. Two-level specifications language and dialogue means for maintenance of the programmed problems specification processes preparation was worked out. The technology and basic algorithms of the inferential synthesis of the object-oriented programmes by their specifications were devised. The implementation of the developed instrumental means complex while elaborating industrial program products was carried out.

Ключові слова: автоматизація синтезу програм, дедуктивний підхід, методи доведення теорем, мова специфікацій.



Всего страниц 1

УСТАНОВИТЬ  
ОТДЕЛЕНИЕ  
ПРОЦЕДУРЫ  
И МЕТОДОВ

УСТАНОВИТЬ ОТДЕЛЕНИЕ  
ПРОЦЕДУРЫ И МЕТОДОВ

№ 1

№ 1

№ 1

№ 1

№ 1

1957



44288

AB 33.097