

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

На правах рукопису

ЗОРІНА ОЛЕНА ІВАНІВНА

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ  
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ  
ГОМОГЕННИМИ ОБ'ЄКТАМИ  
(на прикладі мікропроцесорної централізації)

05.13.09 – математичне та програмне забезпечення  
обчислювальних машин та систем

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 1996



00759668 (+)

Дисертація в рукопис. Робота  
академії залізничного транспорту.

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент  
Добрянський В.М.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор Аліпов М.В.
2. Кандидат технічних наук, доцент Самсонкін В.М.

Провідна організація - Південна залізниця Міністерства  
транспорту України, м.Харків.

Захист відбудеться "10" квітня 1996 р. на засіданні  
спеціалізованої вченої ради К 02.25.03 у Харківському державному  
технічному університеті радіоелектроніки за адресою: 310726,  
м.Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського  
державного технічного університету радіоелектроніки за адресою:  
310726, м.Харків, пр. Леніна, 14.

Автореферат розіслано "7" березня 1996 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

В.В.Безкоровайний

ЛННБ ім. В. Стефаніка  
АН України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Застосування мікропроцесорів (МП) та мікро-ЕОМ у локальних обчислювальних системах забезпечує досягнення високих техніко-економічних показників і розширення функціональних можливостей цих систем. Підвищення ступеня інтеграції МП, зниження їх вартості, підвищення надійності, зростання функціональних можливостей дозволяє ефективно використовувати їх у системах залізничної автоматики.

Останніми роками у ряді країн проводяться роботи по створенню мікропроцесорних систем керування стрілками та сигналами на залізничному транспорті (мікропроцесорної централізації - МПЦ). ХарДАСТ (ХІІТ) у межах міжнародного співробітництва приймає участь у розробці структури технічних засобів МПЦ та методів нормування їх надійності та безпечності. Одержані рекомендації є узагальненням досвіду ХІІТу з розробки мікропроцесорної централізації, яка закінчилася створенням діючого макету. Технологічні методи проектування програмного забезпечення (ПЗ) МПЦ, що були використані при створенні макету, не задовольняють сучасним вимогам. Такі аспекти, як підвищення надійності розробляемого ПЗ та зниження його вартості, не розглядалися зовсім. Розробки проводилися для окремої залізничної станції та мали "пошуковий", експериментальний характер без урахування можливості впровадження системи в майбутньому на іншу станцію. Але ж МПЦ має ряд особливостей, які дозволяють розроблену для однієї станції автоматизовану систему використати для іншої станції. Тому актуальною є задача розробки єдиної для всієї множини станцій технології проектування ПЗ, яка дозволяє

автоматизувати процес генерації ПЗ МПЦ.

Метою дисертаційної роботи є розробка технологічних аспектів проектування ПЗ систем керування (і МПЦ, зокрема), орієнтованих на клас об'єктів (залізничні станції) та забезпечуючих досягнення потрібного рівня надійності ПЗ при зниженні витрат на його розробку.

У відповідності до поставленої мети в роботі були вирішені такі завдання:

аналіз характеристик якості ПЗ;

оцінка взаємозалежності надійності та вартості ПЗ;

аналіз та пошук шляхів зниження вартості та підвищення надійності ПЗ;

дослідження існуючих технологій проектування ПЗ та визначення характеристик, які впливають на ефективність технології проектування і кількості етапів проектування;

класифікація об'єктів керування (ОК) та уведення поняття "гомогенних об'єктів керування";

аналіз ступеня однорідності (гомогенності) залізничних станцій як ОК;

розробка методики генерації ПЗ для систем керування (СК) гомогенними об'єктами;

розробка схеми генерації ПЗ потрібної конфігурації СК гомогенними об'єктами;

розробка технології проектування ПЗ мікропроцесорної СК стрілками та сигналами.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є залізничні станції та інші аналогічні за структурою об'єкти. Предметом дослідження є система керування гомогенними об'єктами (МПЦ).

Загальна методика дослідження. Теоретичною основою дослідження стали наукові праці та рішення, прийняті у галузі теорії САПР, технологій проектування ПЗ, теорії надійності, якості програмного продукту.

При введенні поняття гомогенних об'єктів керування, характеристик принципів функціональної надмірності та функціональної вибірності, розробці схеми генерації ПЗ СК гомогенними об'єктами були використані елементи теорії множин, алгебра логіки, евристичні методи.

Наукова новизна. Проблема створення ПЗ СК сформульована як завдання пошуку таких технологій його проектування, які б забезпечували необхідний рівень надійності розробки при зниженні вартості технологічних кроків.

Виділено характеристики ефективності технологій проектування ПЗ.

Зроблено класифікацію ОК та введено поняття гомогенних ОК.

Запропоновано методу проектування ПЗ для гомогенних ОК.

Розроблено технологію проектування ПЗ МПЦ.

Практична цінність роботи полягає у тому, що запропонована методика проектування ПЗ СК гомогенними об'єктами дозволяє:

автоматизувати процес генерації ПЗ МПЦ на основі розробки єдиної для всієї множини станцій технології проектування ПЗ;

реалізувати такі технологічні процеси, в яких більша частина технологічних кроків є загальною для всіх станцій;

забезпечити необхідний рівень надійності розробляемого

ПЗ при зниженні його вартості.

Розроблено пакет програм проектувальника опису станцій.

Реалізація роботи. Дисертація виконана у відповідності з планом науково-дослідних робіт, що були розпочаті в ХарДАЗТ (ХІІТ) у рамках міжнародного співробітництва за наказом МПС СРСР, та продовжені на підставі плану розвитку галузі, затвердженого Міністерством транспорту України і Укрзалізницею. Окремі проектні рішення впроваджені у:

НВО САУ (м. Харків) при розробці ПЗ для модернізованих пристроїв логічної обробки інформації;

Московському державному університеті шляхів сполучення при створенні мікропроцесорних пристроїв координатного зближення потягів у метрополітені, при розробці програм у рамках виконання госпдоговірних НДР, а також у навчальному процесі;

Міжнародній академії електротехнічних наук (м. Москва) при створенні САПР електромеханічними агрегатами транспорту;

інституті Гіпротрансигнальв'язок (м. Санкт-Петербург) при розробці МПЦ.

Впровадження підтверджено відповідними документами.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи докладалися та обговорювалися на 48, 49, 53-56 науково-технічних конференціях кафедр ХІІТу та спеціалістів залізничного транспорту, м. Харків; республіканській науково-технічній конференції "Методологічні проблеми автоматизації проектування та дослідження систем", м. Севастополь, 1987 р.; республіканській конференції "Мікропроцесорні системи зв'язку та керування на залізничному транспорті", 1990-1991 рр.; республіканській школі-семінарі "Мікропроцесорні системи зв'язку та керування на залізничному транспорті", 1992 р.;

школі-семінарі "Мікропроцесорні системи зв'язку та керування на залізничному транспорті", 1993-1994 рр.; на восьмій міжнародній школі-семінарі "Перспективні системи керування на залізничному, промисловому та міському транспорті", 1995 р. Дисертаційну роботу обговорено та ухвалено на сумісному засіданні кафедр "Мікропроцесорні інформаційно-управляючі системи" та "Економіка транспорту" Харківської державної академії залізничного транспорту, протокол N 9 від 3 липня 1995 р., та рекомендовано до захисту.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 13 друкованих праць. Результати досліджень відображені також у звітах про НДР.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку літератури із 129 найменувань та трьох додатків. Матеріал основної частини дисертації викладено на 187 сторінках машинописного тексту, включаючи 41 малюнок.

#### ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність розглядаємих у дисертації проблем, наведено скорочену анотацію роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, розкрито наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі розглянуто та проаналізовано технологічні проблеми створення ПЗ СК, взаємозалежність надійності і вартості та запропоновано шляхи зниження вартості та підвищення надійності програмного забезпечення.

Зроблено аналіз технологій проектування ПЗ і виявлено показники, що впливають на ефективність технології проекту-

вання та конкретну кількість її етапів.

Розроблено класифікацію об'єктів та наведено означення унікальних, рівних та подібних ОК. Зроблено висновок про можливість побудови ефективних технологій проектування ПЗ для функціонально однорідних ОК.

Нехай  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}$  - множина функціонально однорідних об'єктів,  $c = \{c_1, c_2, \dots, c_m, F\}$  - множина ознак, які властиві будь-якому з об'єктів,  $b_i \in B$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ ;  $f_i = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$  - множина допустимих функціональних зв'язків між ознаками і нехай  $D_i = \{d_i^1, d_i^2, \dots, d_i^{b_i}, f_i\}$  - характеристична множина ознак об'єкта  $b_i$ , а  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$  - множина функціонально закінчених текстів ПЗ, що задовольняють умові  $p_i \sim b_i$ . Тоді, якщо  $\psi D_i = \psi D_j$ ,  $i = \overline{1, k}$ , то  $p_i = p_j$ ;  $i \neq j = \overline{1, k}$ , що свідчить про достатність єдиної технології проектування та розробки ПЗ для будь-якого з об'єктів  $b_i$ . При виконанні умови  $\psi D_i \neq \psi D_j$  тексти ПЗ для будь-якого з об'єктів  $b_i$  знаходяться у співвідношенні ( $\forall i \in \overline{1, k}$ ) ( $\exists j \in \overline{1, k}$ ) ( $p_i \neq p_j$ ) і в граничному випадку ( $\forall i, j \in \overline{1, k}$ ,  $i \neq j$ ) ( $p_i \neq p_j$ ) являються унікальними.

Використовуючи функціональну однорідність ОК, пропонується побудувати автоматизовану систему генерації ПЗ СК потрібної конфігурації за описом конкретного об'єкта, що виключить етапи проектування логіки керуємих програмних модулів, кодування, тестування, отладки. Ці етапи розробляються один раз для об'єктів подібного типу, що призводить до зниження вартості створення ПЗ, без зниження його надійності.

Поставлено завдання пошуку методики розробки ПЗ для систем, що керують функціонально однорідними об'єктами. Розв'язання цього завдання дозволить створювати надійне,

ефективне ПЗ при зниженні витрат на його розробку.

Концептуальною основою будування ефективною з точки зору співвідношення між вартістю та надійністю технології проектування ПЗ для функціонально однорідних об'єктів керування є уведення у другому розділі формальне означення усього класу подібних об'єктів.

Функціонально однорідні об'єкти далі будемо називати гомогенними (від грецької "homogenes" - однорідний)<sup>1</sup>:

Будемо вважати об'єкти  $a$  і  $b$  гомогенними, якщо: сукупність елементів  $a$  і  $b$  утворює кортежі над тією самою множиною  $M$ , тобто:

$$a(\alpha) = \langle \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k \rangle \in A;$$

$$b(\beta) = \langle \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m \rangle \in B;$$

$$\forall \alpha_l \in M, l = 1, \dots, k;$$

$$\forall \beta_j \in M, j = 1, \dots, m,$$

де  $a(\alpha)$ ,  $b(\beta)$  - кортеж  $a$  моделі об'єктів  $a$  та кортеж  $\beta$  моделі об'єктів  $b$  відповідно;

$A$  - множина кортежів довжиною  $k$  над множиною  $M$ , потужність множини  $A$  -  $\mathcal{U}_n^k = n^k$ ;

$B$  - множина кортежів довжиною  $m$  над множиною  $M$ , потужність множини  $A$  -  $\mathcal{U}_n^m = n^m$ ;

$n$  - потужність множини  $M$ ;

об'єкти  $a$  та  $b$  мають одну галузь застосування; архітектура об'єктів  $a$  та  $b$  ідентична, тобто принципи будування зв'язків між елементами в об'єкті  $a$  та  $b$  єдині;

---

<sup>1</sup>Словарь иностранных слов/ Гл.ред. Ф.Н.Петров, 11-е изд.: М.: Русский язык, 1984. - с. 137

керування об'єктами а та b виконуватися за одними загальними законами.

Об'єкти а та b вважаються рівними (однаковими) тільки тоді, коли кортежі  $\alpha$  та  $\beta$  рівні і співвідношення між компонентами кортежу  $\alpha$  збігаються із співвідношеннями кортежу  $\beta$ .

Нехай  $\alpha = \langle \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k \rangle$ ,  $\beta = \langle \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m \rangle$  - два кортежа, що являють собою формальні моделі деяких об'єктів а та b.

Поставимо у взаємно однозначній відповідності компонентам кортежу  $\alpha$  деяку множину R, а компонентам кортежу  $\beta$  деяку множину S, тобто:

$$\begin{aligned} \alpha = \langle \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k \rangle &\leftrightarrow R = \{r_1, r_2, \dots, r_k\}, \\ \beta = \langle \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m \rangle &\leftrightarrow S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\alpha_i \leftrightarrow r_i$ ,  $\beta_j \leftrightarrow s_j$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $j = \overline{1, m}$ .

Визначимо множину Z як

$$Z = R \cup S = \{z_1, z_2, \dots, z_n\},$$

де  $m+k \geq n \geq \max\{m, k\}$ ,

а множину Z як

$$Z = Z^2 = Z * Z = \{\langle z_i, z_j \rangle\}, \quad i, j = \overline{1, n}, \quad i \neq j.$$

Тоді  $\overline{R} = R^2 = \{\langle r_i, r_j \rangle\}$ ,  $i, j = \overline{1, k}$ ,  $i \neq j$

$$\overline{S} = S^2 = \{\langle s_i, s_j \rangle\}, \quad i, j = \overline{1, m}, \quad i \neq j.$$

Так як  $R \subseteq Z$  і  $S \subseteq Z$ , то  $\overline{R}, \overline{S} \subseteq Z$ .

Тепер сукупність співвідношень між компонентами кортежу  $\alpha$  можна визначити як деяку множину  $F \subseteq \overline{R} \subseteq Z$ , а для кортежу  $\beta$  -  $T \subseteq \overline{S} \subseteq Z$ , де F і T - відношення на множинах R та S. Якщо  $\langle r_i, r_j \rangle \in F$  ( $\langle s_i, s_j \rangle \in T$ ), то  $r_i F r_j$  ( $s_i T s_j$ ), що читається як " $r_i$  (або  $s_i$ )", знаходиться у відношенні F (або T) з  $r_j$  (або  $s_j$ ), а сам вираз " $r_i F r_j$ " (" $s_i T s_j$ ") і будемо називати співвідношенням.

Так як  $F \subseteq R$ ,  $T \subseteq S$ ,  $R, S \subseteq Z$ , то і  $F, T \subseteq Z$ . Тоді співвідношення між компонентами кортежу  $\alpha$  та компонентами кортежу  $\beta$  будуть рівні, якщо  $F = T$ .

Так як множини  $R$  та  $S$  визначені у вигляді взаємно однозначної відповідності (1), то буде справедливе співвідношення  $\alpha_i F \alpha_j$  та  $\beta_i T \beta_j$ .

Так як кортежі  $\alpha$  та  $\beta$  є моделями об'єктів  $a$  і  $b$ , то необхідною умовою їх рівності є рівність кортежів  $\alpha$  та  $\beta$ . Звідси випливає, що  $R = S$  і, відповідно,  $Z = R \cup S = R = S$ ,  $R = S = Z$ .

Так як співвідношення  $\alpha_i F \alpha_j$  та  $\beta_i T \beta_j$  по  $\forall i, j \in \{1, 2, \dots, k\}$ , що належить тій самій множині  $Z$ , то достатньою умовою рівності об'єктів  $a$  і  $b$  буде рівність відношень  $F$  і  $T$  на множині  $Z$ .

Конструктивні висновки з наведеного доведення сформульовані у таких формальних умовах рівності об'єктів  $a$  і  $b$ :

$$\langle \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k \rangle = \langle \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k \rangle,$$

$$\alpha_i F \alpha_j \in Z^2, \quad i, j = \overline{1, k}, \quad i \neq j,$$

$$\beta_i T \beta_j \in Z^2, \quad i, j = \overline{1, k}, \quad i \neq j,$$

$$F = T,$$

$$Z = R \cup S,$$

$$R = \{r_i\}, \quad S = \{s_i\}, \quad r_i \leftrightarrow \alpha_i, \quad s_i \leftrightarrow \beta_i, \quad i = \overline{1, k},$$

$$R = S,$$

$$F, T \subseteq Z^2 \text{ - відношення на множині } Z.$$

Об'єкти  $a$  і  $b$  різні тоді, коли не виконується хоча б одна умова гомогенності.

Виділення гомогенних об'єктів в окремий клас дає можливість:

розробити методику проектування ПЗ для гомогенних ОК в

цілому;

реалізувати такі технологічні процеси, в яких більша частина технологічних кроків – загальна для виділених об'єктів. Це дозволяє побудувати ефективну з точки зору надійності та вартості систему.

Запропоновано методика проектування ПЗ ОК гомогенними об'єктами, яка передбачає можливість розробки ПЗ як єдиного, цілісного програмного виробу та включає:

означення гомогенних об'єктів керування;

використання методики розробки єдиної технології проектування ПЗ для гомогенних ОК;

застосування методів мінімізації умовно-постійної інформаційної складової та зведення її до постійної складової.

Розроблено технологію проектування ПЗ ОК гомогенними об'єктами, яка побудована на таких принципах:

усі алгоритми керування при проектуванні прикладного ПЗ будуються таким чином, що логічна частина програми та структура її інформаційної складової для всіх об'єктів даного класу єдині;

усі поодинокі особливості окремих об'єктів керування визначають тільки обсяг та зміст (але не структуру) інформаційної частини програми;

прикладне програмування зводиться до опису особливостей конкретного ОК;

інформаційна складова прикладного ПЗ генерується автоматично.

У третьому розділі розроблено методика генерації програмного забезпечення для систем керування гомогенними

об'єктами на основі принципів функціональної надмірності та функціональної вибірності.

Нехай деякий об'єкт керування даного класу має множину  $A_1 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  функціональних ознак, що визначають склад та структуру його програмного забезпечення.

Тоді загальну множину функціональних ознак, що характеризує увесь клас об'єктів керування, можна зобразити у вигляді:

$$A = \bigcup_i A_i, \quad (2)$$

а вираз

$$A_0 = \bigcap_i A_i, \quad (3)$$

характеризує вибір функціональних ознак, загальних для усіх об'єктів даного класу - ядро програмного забезпечення.

Загальну структуру ПЗ, орієнтованого на клас об'єктів, запропоновано синтезувати на основі принципів функціональної надмірності та функціональної вибірності.

Принцип функціональної вибірності формально відображається виразами (2) та (3) та означає, що у структурі програмного забезпечення конкретної системи керування завжди присутнє ядро  $A_0$ , загальне для усіх об'єктів даного класу, доповнене деякою підмножиною  $\tilde{A}_K \subset (A - A_0)$ , яка характеризує тільки даний об'єкт. Тоді підмножина функціональних ознак  $A_K$  деякої мікропроцесорної СК дорівнює:

$$A_K = A_0 \cup \tilde{A}_K, \quad (4)$$

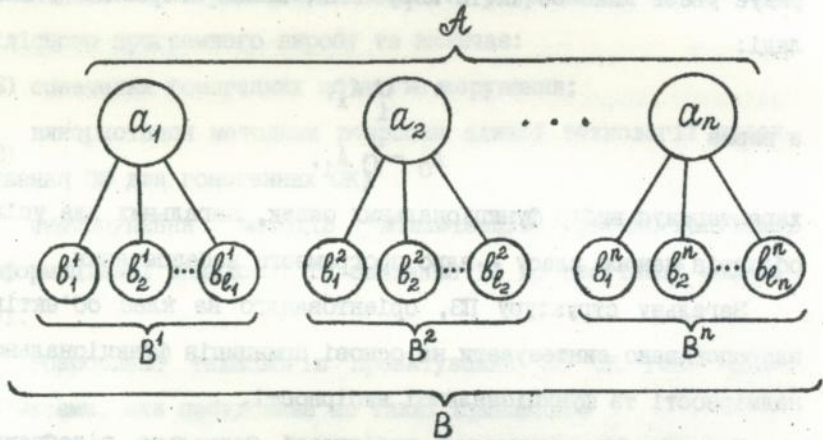
Принцип функціональної надмірності реалізується створенням двох або більше програмних блоків, які працюють за різними принципами, але відображають ту саму функціональну ознаку. Організоване таким чином ПЗ являє собою функціонально вибірну та функціонально надмірну бібліотеку програмних мо-

дулів (мал. 1).

$$B = \bigcup_i B_i, \quad (5)$$

де  $B_i = \{b_1^i, b_2^i, \dots, b_{l_i}^i\}$  - підмножина програмних модулів, які реалізують функціональну ознаку  $a_i$ .

З бібліотеки генерується текст ПЗ для СК конкретним об'єктом.



Мал.1. Функціонально вибірна та функціонально надмірна бібліотека програмних модулів

На підставі аналізу розглянутих принципів організації ПЗ випливає, що доцільно розділити поняття ПЗ мікропроцесорного комплексу керування, орієнтоване на клас СК, та ПЗ системи керування конкретним об'єктом. Перше з них формально виражається співвідношенням (5), а друге є підмножиною модулів  $B_K \subset B$ , що задовольняють деякому критерію, який урахує у певній функціональній залежності окремі критерії якості.

Пошук  $B_K$  є завдання генерації ПЗ потрібної конфігурації з функціонально надмірного набору модулів  $B$ .

Модель генерації ПЗ (наприклад, при мінімізації часу виконання) має такий вигляд. Нехай:

$D = \|d_{ij}\|$  - матриця інцидентій функціонально надмірної множини  $B$  ( $d_{ij} = 1$ , якщо  $i$ -а функціональна ознака має  $j$ -у реалізацію у вигляді програмного модуля  $b_j^i$ ,  $1 d_{ij} = 0$  - у протилежному випадку);

$T = \|t_{ij}\|$  - матриця тимчасових характеристик елементів множини  $B$  ( $t_{ij}$  - час, необхідний для виконання модуля  $b_j^i$ );

$M = \|\mu_{ij}\|$  - матриця просторових характеристик елементів множини  $B$  ( $\mu_{ij}$  - обсяг пам'яті, яка зайнята модулем  $b_j^i$ ),

$\tilde{C} = \|\tilde{C}_{ij}\|$  - матриця інцидентій множини  $B_k$ , де  $1 \in \{1, 2, \dots, k\}$ ,  $k$  - кількість функціональних ознак конкретного ОК,  $j \in \{1, 2, \dots, l\}$ ,  $l = \max_{1 \leq i \leq k} l_i$ .

Потрібно знайти таку матрицю інцидентій  $C$ , яка задовольняла б таким умовам:

$$J_t = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l t_{ij} C_{ij} \rightarrow \min \quad (6)$$

при

$$\sum_{j=1}^l C_{ij} \sim a_i, \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \mu_{ij} C_{ij} \leq J_\mu, \quad (8)$$

$$C_{ij} = \begin{cases} \tilde{C}_{ij} \& d_{ij}, & \text{якщо } (\forall r \in \{1, 2, \dots, l\}, r \neq j) (C_{ir} = 0); \\ 0, & \text{якщо } (\exists C_{ir} = 1, r \neq j) \end{cases} \quad (9)$$

де  $J_\mu$  - запаси пам'яті.

Розроблено схему генерації ПЗ СК гомогенними об'єктами, згідно якій за описом конкретного об'єкта відбувається генерація ПЗ потрібної конфігурації для об'єктів з функціонально вибіркою та функціонально надмірною абсолютною бібліотекою програмних модулів.

Четвертий розділ присвячено практичному застосуванню запропонованих методів проектування ПЗ СК гомогенними об'єктами при розробці мікропроцесорної централізації.

МПЦ має такі особливості:

належність МПЦ до високонадійних систем керування;

належність залізничних станцій до об'єктів класу гомогенних.

Помилки у ПЗ МПЦ можуть привести до катастрофічних наслідків. Тому загальна стратегія проектування ПЗ МПЦ така: задається мінімально допустимий рівень надійності, а тестування та отладка проводяться доти, доки цей рівень не буде досягнуто. При цьому вартість ПЗ як виробу буде залежати від технології його проектування.

Через те, що залізнична станція відноситься до класу гомогенних об'єктів, можливо застосувати до МПЦ запропоновану у другому розділі стратегію проектування ПЗ.

Проаналізовано витрати на розробку технології проектування ПЗ МПЦ, яка орієнтована на множину станцій. Зроблено висновок про економічну доцільність розробки єдиної для всіх ОК технології проектування ПЗ.

Аналіз досвіду експлуатації макету МПЦ показав, що вимагають самостійної розробки такі завдання:

дослідження усього розробленого на теперішній час ПЗ з розмежуванням ПЗ, яке характерне для усіх станцій, та ПЗ, яке характерне для конкретної станції;

вибір засобів автоматичної генерації тієї частини ПЗ, яка є унікальною: лінгвістичної підтримки опису ОК; створення формальної закодованої інформаційної моделі, за якою потім здійснюється прив'язка до конкретної станції; автома-

тичний контроль інформації, що вводиться; одержання цифрової моделі станції з наступним відображенням на екран топології станції для безпосередньої перевірки інформаційної моделі з планом станції, що значно скорочує кількість помилок при опису об'єкта; автоматичне формування масивів статичної моделі станції; використання специфічної інформації, яка з'являється для підстроювання на конкретний об'єкт.

Поняття гомогенності застосовується до ПЗ СК об'єктами, які відносяться до класу гомогенних та до окремих його частин, що утворені при декомпозиції ПЗ на складові. Тому до типу гомогенних віднесено діалогову підсистему МПЦ. У ній алгоритми монітору системних повідомлень, синтаксичного контролю директив, масиви кодів директив та їх числових еквівалентів не залежать від конкретної станції.

Статична модель станції, технологічні номери стрілок, рейкових кіл, сигналів та їх кількість для кожної конкретної станції різні. Інформація, що має унікальний характер, буде генеруватися для кожної станції.

Розроблено систему проектування підсистеми відображення інформації - пакет програм проектувальника опису станції.

У висновку наведені основні результати роботи.

#### ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

1. На підставі проведених оцінок характеристик якості програмного продукту, взаємозалежності надійності та вартості програмного забезпечення, аналізу існуючих технологій його проектування визначено характеристики, що впливають на ефективність технології та кількість етапів проектування.

Л.В. Стефаніка  
АН України

2. Розроблено методику проектування програмного забезпечення систем керування гомогенними об'єктами, яка заснована на проведеній класифікації об'єктів керування та введенні поняття гомогенних об'єктів.

3. Розроблено схему генерації програмного забезпечення систем керування гомогенними об'єктами, яка дозволяє з функціонально надмірної та функціонально вибіркової бібліотеки програмних модулів одержати програмний виріб потрібної конфігурації.

4. Запропоновано мову опису об'єкта, яка дозволяє розв'язати лінгвістичні проблеми генерації.

5. Розроблено технологію проектування програмного забезпечення мікропроцесорної централізації, яка дозволяє автоматизувати процес генерації програмного забезпечення МЩ.

6. Результати впровадження окремих проектних рішень у НВО САУ (м. Харків), Московському державному університеті шляхів сполучення, Міжнародній академії електротехнічних наук (м. Москва), Державному проектно-дослідницькому інституті Гіпротрансигнальв'язок (м. Санкт-Петербург) підтверджують ефективність розробленої методики проектування програмного забезпечення систем керування гомогенними об'єктами та можливість практичного використання теоретичних результатів, одержаних у даній дисертаційній роботі.

#### ПРАЦІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Кедрус В.А., Зорина Е.И., Северин С.Ф. Об одном алгоритме управления информационными потоками в автоматизированных системах управления сложными объектами //Проектирование ав-

томатизированных систем контроля и управления сложными объектами: Тезисы докл. Всесоюз. школы молодых ученых.- Харьков-Туапсе, 1984. - С.20-21.

2. Добрянский В.М., Зорина Е.И. Принципы унификации прикладного программирования для микропроцессорной централизации // Микропроцессорные системы управления и устройства контроля на ж.д. транспорте: Межвуз. сб. науч. тр./ ХИИТ.- Харьков, 1986. - С.88-91.

3. Добрянский В.М., Зорина Е.И. Автоматизация прикладного программирования для систем управления неизоморфными объектами // Методологические проблемы автоматизации проектирования и исследования систем: Тезисы докл. республ. научно-техн. конфер.-Севастополь, 1987. - С.123-124.

4. Добрянский В.М., Зорина Е.И., Майдан Б.В. Алгоритмический способ контроля и восстановления вычислительного процесса при сбоях аппаратуры // Применение микропроцессорных устройств в системах железнодорожной автоматики: Сб. науч. тр./ХИИТ.-Харьков, 1988.-Вып.7.- С.64-66.

5. Добрянский В.М., Зорина Е.И., Казанко В.В. Автоматизированное распределение функций между элементами управляющей микропроцессорной сети // Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте: Тезисы докл. республ. конфер.-Алушта-Киев, 1990. - С.40.

6. Добрянский В.М., Зорина Е.И., Казанко В.В. Технологические аспекты надежности программного обеспечения микропроцессорных систем // Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте: Тезисы докл. республ. конфер.-Алушта-Киев, 1991. - С.33.

7. Добрянский В.М., Зорина Е.И. Принципы автоматизации

проектирования программного обеспечения МПЦ: Тезисы докл. 53-й научно-техн. конфер. кафедр ин-та и спец. ж.д. тр-та/ХИИТ.-Харьков, 1991. - С.64.

8. Добрянский В.М., Зорина Е.И. Принципы генерации программного обеспечения микропроцессорной централизации стрелок и сигналов // Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте: Тезисы докл. республ. школы-семинара.-Алушта-Киев, 1992. - С.12-13.

9. Добрянский В.М., Зорина Е.И. Принципы функциональной избыточности и функциональной избирательности при проектировании программного обеспечения МПЦ // Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте: Тезисы докл. республ. школы-семинара.-Алушта-Киев, 1993. - С.36.

10. Добрянский В.М., Зорина Е.И., Браило Ф.В. Автоматизированная система прикладного программирования для систем, управляющих однородными объектами. // Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте: Тезисы докл. республ. школы-семинара.-Алушта-Киев, 1993. - С.40.

11. Добрянский В.М., Зорина Е.И. О математической модели некоторого класса объектов // Элементы и устройства современных систем железнодорожной автоматики: Сб. науч. тр./ХИИТ.-Харьков, 1993.-Вып. 23. - С.29-32.

12. Добрянский В.М., Зорина Е.И. Технологические аспекты проектирования программного обеспечения микропроцессорной системы управления стрелками и сигналами // Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте: Тезисы докл. школы-семинара,-Алушта-Харьков, 1994. - С.19-20.

13. Зорина Е.И. Технологические аспекты надежности прог-

рамного обеспечения МПС // Перспективные системы управления на железнодорожном, промышленном и городском транспорте: Материалы 8-й международной школы-семинара, -Алушта-Харьков, 1995. - С.21.

#### SUMMARY

Zorina E.I. Technological aspects of the software design for the control systems of homogeneous objects (on example of the microprocessor railway signalling). The dissertation for getting the scientific degree of bachelor of technical sciences on speciality 05.13.09 - mathematical methods and software for computers and systems. Kharkov State Technical University of Radioelectronics, Kharkov, 1996. The control object classification has been fulfilled and homogeneous object notation was introduced. The technology of the software design has been offered for the control systems of homogeneous objects. The practical application of the offered methods of the software design for the control systems of homogeneous objects has been examined at the creation of the microprocessor railway signalling.

#### АННОТАЦИЯ

Зорина Е.И. Технологические аспекты проектирования программного обеспечения систем управления гомогенными объектами (на примере микропроцессорной централизации). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.09 - математическое и программное

обеспечение вычислительных машин и систем, Харьковский технический университет радиоэлектроники, Харьков, 1996. Произведена классификация объектов управления и введено понятие гомогенных объектов управления. Разработана технология проектирования программного обеспечения систем управления гомогенными объектами. Рассмотрено ее практическое применение при разработке микропроцессорной централизации.

Ключові слова: програмне забезпечення систем керування, технологія проектування програмного забезпечення, об'єкт керування, мікропроцесорна централізація.

Відповідальний за випуск Погасій С.О.

---

Підписано до друку 26.02.1996 р.  
Формат паперу 60 × 90 1/16. Папір писальний. Друк високий.  
Умовн. друк. арк. 1.0. Обл. вид. арк. 1.25.  
Замовлення N 204 Тираж 100

---

Комп'ютерно-видавничий комплекс ХарДАЗту,  
310050 м. Харків - 50, майдан Фейербаха, 7.

444854

АВ 34.278

обеспечение вычислительных машин  
и т.д. (фaint text)

... (faint text)

Видеомашина на базе Юпитер 3.0

Получено по договору № 38.02.1988 г.  
формат пленки 60 x 90 (1/8). Лампы накаливания - двух нитевые.  
Уменьшитель изображения - 1.0. 001 вид. нит. 1.25.  
Замониторы И 204 Трех 100

Комп. видео-машина компания УралСВТ.  
310050 м. Ижевск - 50. Кабинет № 200/201.

УРАЛСВТ