

УДК 004.09:681.5

Косолапов А.А.

**ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ВИТРАТ НА ПОБУДОВУ РОЗПОДІЛЕНИХ
ЦИФРОВИХ КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

ім. акад. В. Лазаряна,

Дніпропетровськ, Лазаряна 2, 49010

Kosolapov A.A.

**APPROACH TO EVALUATION OF CHARGES ON CONSTRUCTION
OF THE DISTRIBUTED DIGITAL CONTROL SYSTEMS**

Dnepropetrovsk National University of Railway Transport

named. acad. V. Lazaryan,

Dnipropetrovsk Lazaryana 2, 49010

Аннотация. В работе рассматриваются аналитические модели для определения оптимальной степени децентрализации цифровых управляющих систем с учётом затрат на коммуникации на объекте.

Ключевые слова: аналитические модели, степень децентрализации, цифровые системы управления.

Annotation. In this paper we describe the use of analytical models for determination of optimum degree of decentralization of the digital sensor-based systems taking charges on communication on an object.

Keywords: analytical models, degree of decentralization, digital control systems.

В роботі [5] пропонуються ресурсозберігаючі підходи до вибору варіантів побудови розподілених цифрових керуючих систем (ЦКС) на прикладі автоматизованої системи управління розформуванням-формуванням залізничних складів на сортувальних гірках. Але в запропонованих методиках недостатньо уваги приділяється обліку витрат на засоби обміну даними в

досліджуваних варіантах. В [1] ці витрати віднесені до витрат на мікроконтролерні підсистеми, а в [5] вони задаються коефіцієнтом від витрат на пристрої обробки даних і враховують швидкості передачі даних. У роботі [6] наведені експериментальні дані по витратах на обмін даними, що припадають на централізовану систему, і спосіб перерахунку цих витрат на кільцеву мережу. Хоча з точки зору мінімізації витрат на комунікації на об'єкті оптимальний результат дає побудова мінімального кістякового дерева. В даній роботі пропонуються аналітичні моделі для оцінки витрат на обробку та обмін даними в ЦКС з мінімальною сумарною довжиною каналів передачі даних між підсистемами.

Основні припущення та початкові дані.

Припустимо, що є розподілена ЦКС, що складається з n локальних підсистем. Кожна ЕОМ обслуговує m точок автоматизації. Для сортувальних гірок, залежно від колійного розвитку, кількість таких точок коливається від 321 до 850 [4]. На рисунку 1 показані централізована система (а), розподілена-кільцева (б) і система з мінімальним кістяковим деревом комунікацій (в).

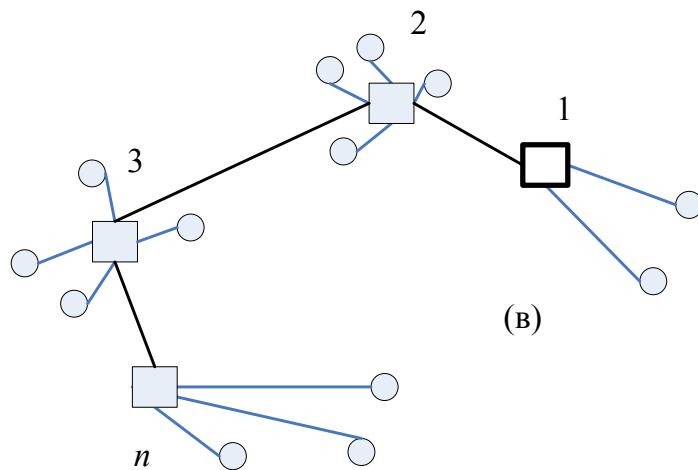
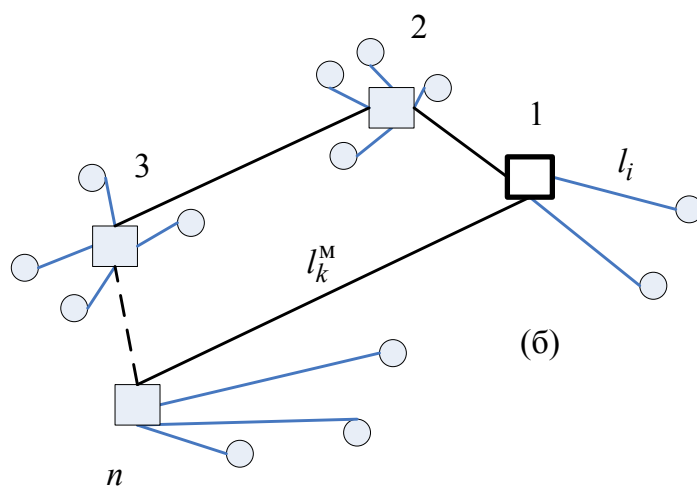
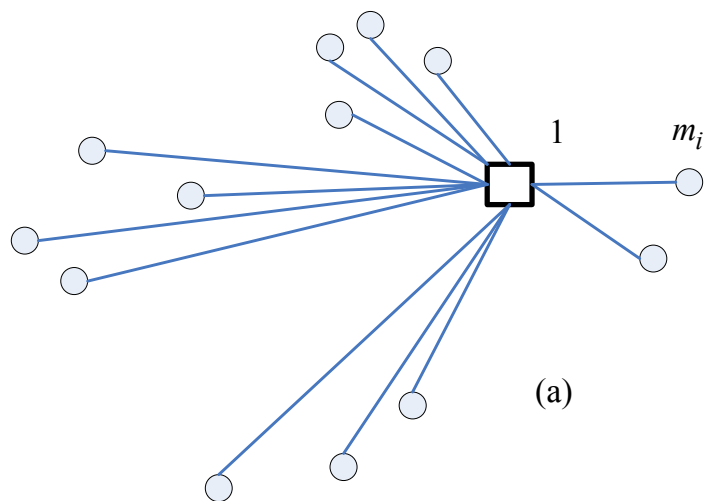


Рис. 1. Варіанти структур ЦКС

Будемо вважати, що загальна довжина сполучного кабелю L_0 (лінії зв'язку до m локальних точок автоматизації l_i і магістральні лінії зв'язку l_k^M),

приведена до загальної довжини L_1 в централізованій системі, коли $n=1$ (рис. 1, (а)). Тоді при заданому m і вибраному n можна отримати $L_0/L_1 = f(n, m)$

Таблиця 1

Значення функції $L_0/L_1 = f(n, m)$ [6]

	n						
	1	3	5	7	9	11	13
При $m = 144$ $L_0/L_1 = f(n, m)$	1,00	0,64	0,50	0,44	0,39	0,36	0,34
При $m = 3600$ $L_0/L_1 = f(n, m)$	1,00	0,62	0,43	0,34	0,30	0,27	0,26

Вартість витрат на централізовану систему ($n = 1$) складає

$$C^{\text{ц}} = C_1 = C_1^{\text{обр}} + C_1^{\text{каб}} \quad (1)$$

За експериментальними даними встановлено [6], що

$$C_1^{\text{обр}}/C_1 = 0,2 \quad \text{і} \quad C_1^{\text{каб}}/C_1 = 0,8 \quad (2)$$

Будемо вважати, що при переході від централізованої структури до розподіленої системи з n контурами управління, сумарна потрібна обчислювальна потужність W_0 рівномірно розподіляється між підсистемами, тобто розподілена ЦКС є однорідною

$$W_0 = nW_i \quad \forall i \in \overline{1, n} \quad (3)$$

При цьому

$$C_0^{\text{обр}} = aW_0^{g_1}, \quad \text{где} \quad g_1 = 0,5 \quad (4)$$

Визначення довжини кабелю в реальних системах залежить від множини факторів, тому точні розрахунки практично неможливі. Координати місця точок автоматизації та розміщення мікроконтролерних підсистем можна визначити тільки після впровадження ЦКС. Тим більше прокладання кабелю може вестися по збудованим існуючим та новим каналам. Для сортувальної гірки можна вважати, що розподіл цих точок є рівномірним.

На підставі прийнятих припущень і (1), (2), (3) можна записати відносні витрати на мікроконтролери в розподіленій системі, приведені до витрат в централізованій структурі

$$C_n^{\text{обр}} = n * C_i = n * a * \sqrt{\frac{W_0}{n}} = \frac{n * a * \sqrt{W_0}}{\sqrt{n}} = \sqrt{n} * C_1^{\text{обр}} \quad (5)$$

Взявши відношення, отримаємо

$$\frac{C_n^{\text{обр}}}{C_1} = \frac{\sqrt{n} * C_1^{\text{обр}}}{C_1} = 0,2\sqrt{n} \quad (6)$$

Відносну вартість кабельних з'єднань можна визначити наступним чином:

$$\frac{C_n^{\text{каб}}}{C_1} = \frac{C_n^{\text{каб}}}{C_1^{\text{каб}}} * \frac{C_1^{\text{каб}}}{C_1} = \frac{C_n^{\text{каб}}}{C_1^{\text{каб}}} * 0,8 \approx \frac{L_0}{L_1} * 0,8 = 0,8f(n,m) \quad (7)$$

Приймаючи (7_3.73), перетворимо таблицю 1 в таблицю 2.

Таблиця 2

Значення функції $0,8f(n,m)$

	<i>n</i>						
	1	3	5	7	9	11	13
При $m = 144 \quad L_0/L_1 = f(n,m)$	0,80	0,51	0,40	0,35	0,31	0,29	0,27
При $m = 3600 \quad L_0/L_1 = f(n,m)$	0,80	0,50	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21

Для вирішення завдання визначення кількості підсистем у розподіленій структурі за критерієм мінімізації витрат на мікроконтролери та лінії зв'язку можна запропонувати графічний підхід. На рис. 2 представлені графіки

відповідних витрат $\frac{C_n^{\text{каб}}}{C_1}$; $\frac{C_n^{\text{обр}}}{C_1}$ і $\frac{C_n^{\text{каб}} + C_n^{\text{обр}}}{C_1}$.

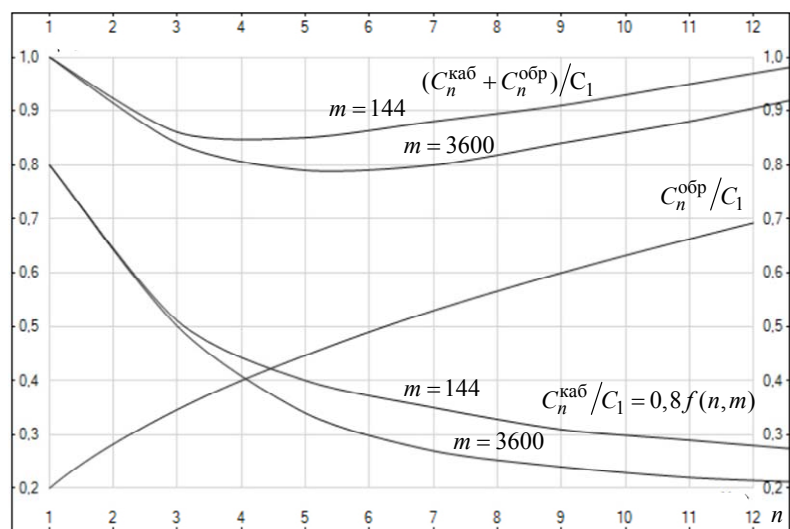


Рис. 2. Графічні визначення $\min \{(C_n^{\text{каб}} + C_n^{\text{обп}})/C_1\}$

Отримані результати показують, що мінімум витрат відповідає 4-5 підсистемам ($n = 4-5$), тобто в ієрархічній структурі одна координуюча підсистема - на верхньому рівні, і на нижньому рівні - 3 або 4 технологічні підсистеми. Ці результати підтверджують отримані дані за допомогою інших аналітичних моделей [1], [2], що підтверджує коректність побудови моделей і можливість їх практичного застосування в процесі проектування нових і модернізації існуючих ЦКС на сортувальних гірках.

Отримані моделі можуть використовуватися на стадії системотехнічного проектування цифрових керуючих систем після аналізу об'єкта автоматизації, синтезу варіантів інформаційно-керуючої структури (визначення кількості підсистем) і визначення потрібної сумарної продуктивності ЦКС (за методикою проектування систем автоматизації сортувальних гірок [3]). В якості розрахункової структури рекомендується використовувати не кільцеву структуру, а деревоподібну, що представляє мінімальне кістякове дерево. У цьому випадку будуть потрібні зміни в таблицях 1 і 2. Запропоновані моделі дозволять підвищити ефективність використання обчислювальних і кабельних ресурсів ЦКС і скоротити час їх проектування.

Література:

1. Косолапов А.А. Дослідження умов доцільності децентралізації функцій керування в системах гіркової автоматики [Текст] / А.А. Косолапов. ЦИТ: 213-903 // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 2. № 2. — С. 37-45.
2. Косолапов А.А. Методика выбора технических структур управляющих систем сортировочных горок по критерию эффективного использования вычислительных ресурсов [Текст] / А.А. Косолапов // (в печати). 2014.
3. Косолапов А.А. Методология автоматизированного системного анализа и проектирования как основа создания информационно-управляющих вычислительных систем и сетей [Текст] / А. А. Косолапов // Информационные технологии на железнодорожном транспорте “ИНФОТРАНС-96”. Академия транспорта РФ. ПГУПС. СПб. 1996. — С. 332-341.
4. Косолапов А.А. Разработка и применение методов математического моделирования при анализе и проектировании микропроцессорных АСУ технологическими процессами роспуска составов на горках [Текст] : автореф. дис. ... к.т.н. 05.13.07 / А.А. Косолапов —Москва : ВНИИЖТ (ЦНИИ МПС), 1984. — 24 с.
5. Косолапов А.А. Розвиток наукових основ побудови і експлуатації систем автоматизації залізничних сортувальних станцій. 05.22.20 - Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Автореферат на здобуття наукового ступеня д.т.н. [Текст] / А.А. Косолапов. — Дніпропетровськ : Міністерство освіти і науки, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2014. — 49 с.
6. Фритч В. Применение микропроцессоров в системах управления : Пер. с нем. [Текст] / В. Фритч. — М. : Мир, 1984. — 464 с.

Статья отправлена: 20.11.2014г.

© Косолапов А.А.