

## Декомпозиційні структури технічних систем як засоби забезпечення комплексної ефективності

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розглядаються існуючі і перспективні структури програмних і апаратних засобів комп'ютерних систем. Більшість існуючих комп'ютерних систем побудовані на базі функціональної декомпозиції та ідентичного резервування. Проаналізовані особливості і переваги 3D декомпозиції програм на структурні, функціональні та редуційні елементи, як базу для неідентичного резервування, алгоритми відкритого управління та оптимального агрегування як засоби адаптації до збурень і відмов. Розглянуті моделі опортуністичних комп'ютерних систем.

**Ключові слова:** декомпозиція, ефективність, живучість, модель, програма, оптимальне агрегування, реконфігурація.

### Abstract

Analyzed the existing and future structure of the software and hardware of computer systems. Most popular computer systems are based on functional decomposition and an identical reservation. Features and benefits: -3D decomposition programs on structural, functional and reduced items as base for nonidentical backup; open management algorithms; -optimal aggregation as a way to adapt to disturbances and failures. Models are considered opportunistic computer systems. Key words: decomposition, efficiency, survivability, a model program, the optimal aggregation of reconfiguration.

**Keywords:** decomposition, efficiency, survivability, model program optimal aggregation reconfiguration.

### Вступ, постановка задачі

Суттєва складова ефективності сучасних виробничих систем – комп'ютерні системи (КС). Природно, що недосконалості в КС ще більш суттєво обвалюють ефективність об'єкта – лайнера, банка, підприємства. Причини відставання програмного забезпечення різноманітні за причинами і наслідками. Одна з причин – «бар'єр складності»: обсяг програмного коду досягає мільйонів рядків, програмні підсистеми не узгоджуються. Виявлено, що причиною є не складність, а недосконала структура програмної системи і виконання робіт з аутсорсингом в Індію, Таїланд. За цими причинами стоїть першопричина – автоматизація програмування при відсутності концепцій вибору структури. Мета роботи – проаналізувати можливості нових структур КС на базі 3D декомпозиції.

### Теоретичні основи 3D-декомпозиції

3D декомпозиція визначається на таких об'єктах: комп'ютерна система (КС), об'єкт управління (ОУ), робоча математична модель (РМ) ОУ.

Згідно постулатам загальної теорії систем Черчмена «системи синтезуються по частинам» і «компоненти систем є також системами», функціональна декомпозиція – це розбиття цілі системи в окремі цілі і виділення в системі відповідних підсистем. У відповідність підсистемам можуть бути поставлені підсистеми КС. В цілому маємо такий ланцюг відображень [1, 2]:

$$DF(Go) \rightarrow \{G_j\} \rightarrow \{Sbn_i\} \rightarrow \{Sbks_i\} \quad (1)$$

де  $DF(Go)$  – оператор функціональної декомпозиції глобальної цілі  $Go$ ,  $\{G_i\}$  – множина підцілей –  $\{Sbn_i\}$  – множина підсистем,  $\{Sbks_i\}$  – множина відповідних підсистем КС, що виконують контроль і управління. Конкретне відношення функціональної декомпозиції глобальної цілі  $DF(Go)$  вибирається на базі практики – технологій виробництва, призначення продукту, базованих на різних технологіях.

Функціональна декомпозиція не вичерпує можливі способи розбиття систем на частини. Інтерпретація структурної декомпозиції: в проектуванні технічних систем часто використовується паралельна проробка версій проекту, в процесі проробки певні версії відбраковуються. Це

забезпечує взаємоконтроль моделей інноваційного розвитку для ще не реалізованих систем і підвищення надійності прогнозування для реалізованих ВС. В цілому маємо ланцюг відображень:

$$DS(Go) \rightarrow \{Gs_j\} \rightarrow \{\{Sbn_{i,j}\}\} \rightarrow \{\{Sbks_{i,j}\}\} \rightarrow Select \quad (2)$$

де  $DS(Go)$  – оператор структурної декомпозиції глобальної цілі,  $Gs_j$  – множина підцілей,  $\{\{Sbn_{i,j}\}\}$  – множина множин підсистем для кожної структурної версії системи,  $\{\{Sbks_{i,j}\}\}$  – множина множин підсистем КС для кожної структурної версії,  $Select$  – процедура вибору кращої структурної версії.

В моделюванні завжди має місце ситуація, коли для об'єкта існує ряд моделей, що можуть бути упорядковані за складністю і менш складна модель має меншу адекватність. Формалізацією цього є запропонована редуційна декомпозиція [1, 2], що в даній роботі дозволила узагальнити і обґрунтувати результати практики. Для редуції маємо такий ланцюг відображень:

$$DR(Mo) \rightarrow \{Mr1_i\} \rightarrow \{Mr2_j\} \rightarrow \{Mr3_k\} \rightarrow \dots \quad (3)$$

де  $DR(Mo)$  – оператор редуційної декомпозиції певної моделі  $Mo$ ,  $\{Mr1_i\}$ ,  $\{MR2_j\}$ ,  $\{Mr3_k\}$  – спрощені моделі відповідних рівнів. Сумісне використання  $DS(.)$  – структурної,  $DF(.)$  – функціональної,  $DR(.)$  – редуційної декомпозицій базується на відповідній алгебрі [1, 2]:

- 1D:  $DS(.)$ ,  $DF(.)$ ,  $DR(.)$  – однокрокові.
- 2D:  $DS(DF(.))$ ,  $DF(DS(.))$ ,  $DR(DF(.))$ ,  $DR(DS(.))$  – двокрокові.
- 3D:  $DS(DF(DR(.)))$ ,  $DF(DS(DR(.)))$ , – трикрокові.

### Результати дослідження

Розглянуті декомпозиції дозволяють реалізувати паралельні структури «неідентичного резервування», а метод оптимального агрегування дозволяє в режимі онлайн обчислювати оптимальне навантаження між елементами структури в номінальних і неномінальних (при відмовах) і так забезпечувати комплексну ефективність (живучість – ефективність в неномінальних умовах). Такі проектні рішення реалізовані для систем різних класів: виробничих систем, систем масового обслуговування, банківських і програмних систем. На рис. 1 подано приклад часових і частотних характеристик одноканальної однофазної СМО. Це елемент системи структурних і редуційних моделей СМО – лінійних, нелінійних, багатоканальних, багатofазних. Моделі приведені до стандартної форми «псевдо-одновимірне» різницеве рівняння: імітаційна модель СМО:  $S^{<t+1>} = \text{НОП}(S^{<t>})$ , марківська модель СМО:  $X^{<t+1>} = Mo \cdot X^{<t>}$ , де  $S$  та  $X$  – вектори стану, НОП – нелінійний оператор,  $Mo$  – матриця перехідних ймовірностей (лінійний оператор). Моделі належать до одного структурного класу.

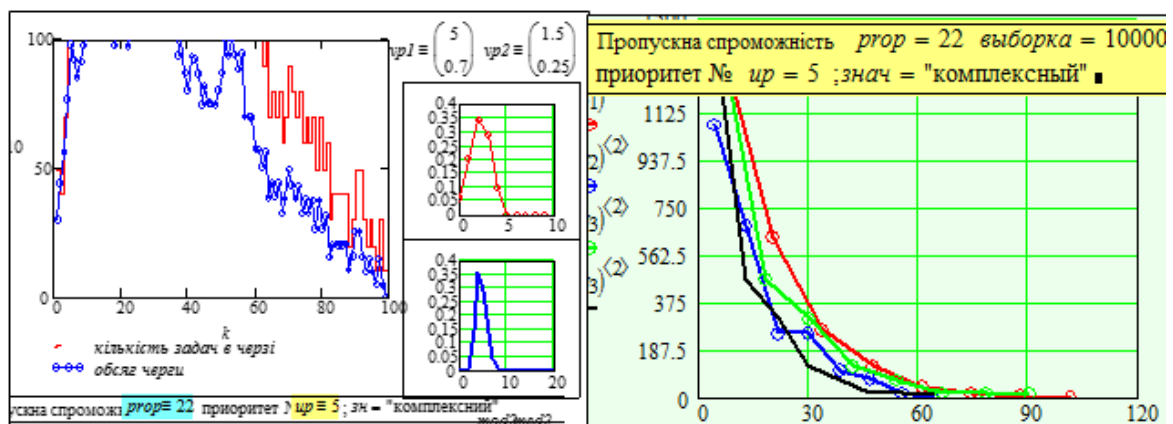


Рис. 2. Приклад. Одноканальна однофазна СМО

### Висновки

В досить великих програмних проектах існує посада «архітектор проекту» – спеціаліст з великим досвідом розробки ПЗ (обов'язково) і фундаментальними знаннями в області теорії систем і прикладного системного аналізу. Доля проекту, що потім виконується сотнями виконавців цілком залежить від «архітектора». В роботі розглянуто теоретичні основи, що дозволяють частково

автоматизувати розробку ПЗ на рівні створення архітектури – методи оптимального агрегування і 3D-декомпозиції, що дозволяють розробляти комплексно ефективні системи «об'єкт + КС».

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбань А. В. Рациональная технология системного производства проектных образов: структура баз знаний перспективных САПР / А. В. Горбань // Теория автоматизированного проектирования. – Харьков: ХАИ, 1986. – С. 35–45.
2. Боровская Т. Н. Декомпозиционный подход к анализу эффективности и живучести технических систем / Т. Н. Боровская // Materiały VI międzynarodowej naukowo–praktycznej konferencji «Dynamika naukowych badan – 2010», Przemysl (Polska). – 07.07 -15.07.2010. - Przemysl: Nauka i studia, 2010. - Volume 10 - Str.17- 22.
3. Боровська Т. М. Створення метамоделей складних систем на базі методу структурно–функціонально–редукційної декомпозиції / Т. М. Боровська // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – № 6. – С. 111–119.
4. Borovska T. M., Severilov, V. A., Badera, S. P., Kolesnik, I. C. (2009). Modeling the tasks of management of investments. Vinnitsa, Ukraine: VNTU, 178.

**Боровська Таїсія Миколаївна** – доктор. техн. наук, професор кафедри комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет. e-mail: [taisaborovska@gmail.com](mailto:taisaborovska@gmail.com)

**Колесник Ірина Сергіївна** – к.т.н., доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [i\\_r\\_a.76@mail.ru](mailto:i_r_a.76@mail.ru).

**Бевз Ірина Сергіївна** – студентка групи 2АКІТ-16м(ітмб), факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [Bewz1006@gmail.com](mailto:Bewz1006@gmail.com).

**Borovska Taisa M.** - Dr. Sc. (Eng.), Professor of Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [taisaborovska@gmail.com](mailto:taisaborovska@gmail.com).

**Bevz Irina S.** – Department of Computer Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Bewz1006@gmail.com](mailto:Bewz1006@gmail.com).

**Kolesnik Irina S.**, – PhD., Associate Professor of Computer Science Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [i\\_r\\_a.76@mail.ru](mailto:i_r_a.76@mail.ru).