

УДК 00.01

## АДАПТИВНЕ ФОРМУВАННЯ ДУБЛЮЮЧИХ РІВНІВ В СТРУКТУРІ ІЄРАРХІЧНИХ СИСТЕМ БАГАТОРІВНЕВОГО СОЦІОГІГІЄНІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

С.В. Голуб<sup>1</sup>, В.Ю. Немченко<sup>2</sup><sup>1</sup>Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького<sup>2</sup>Черкаський державний технологічний університет<sup>1</sup> fpkpk@ukr.net, <sup>2</sup> victoria.nvy@gmail.ru

Вдосконалено метод формування структури перетворення інформації шляхом адаптивного формування дублюючих рівнів. Встановлено, що використання адаптування дублюючих рівнів, на відміну від дублювання рівнів без адаптування, дозволяє покращити значення критерію регулярності вихідних даних в середньому на 4 %.

*Ключові слова:* модель, структура, перетворення інформації, ієрархія, дублюючі рівні.

Improved method of forming the structure transformation of information by forming overlapping levels and their correction. Found that use the correction of overlapping levels, as opposed to a simple method of recycling, providing improved value of the criterion of regularity of initial data on 4%.

*Keywords:* model, structure, transformation of information, hierarchy, overlapping level.

Усовершенствован метод формирования структуры преобразования информации, путем формирования дублирующих уровней и их коррекции. Установлено, что использование адаптации дублирующих уровней, в отличие от дублирования уровней без адаптации, позволяет улучшить значение критерия регулярности исходных данных на 4 %.

*Ключевые слова:* модель, структура, преобразование информации, иерархия, дублирующие уровни.

1

**Вступ.** На сьогодні удосконалення технологій моніторингу в багатьох предметних областях досягається шляхом їх побудови у вигляді ієрархічної системи багаторівневого перетворення інформації, що використовує висхідний синтез елементів структури на основі результатів спостереження. Інформація, отримана шляхом перетворення чисельних характеристик показників станів об'єктів моніторингу, підвищує ефективність управлінських рішень за рахунок виявлення раніше не врахованих впливаючих факторів, прогнозу наслідків управлінських дій, розширення можливостей аналізу станів об'єктів управління. Створення інформаційних систем соціогігієнічного моніторингу дозволяє забезпечити максимальний інтелектуальний розвиток учнів загальноосвітніх навчальних закладів за умови збереження їх фізичного та психічного здоров'я.

### Актуальність

Системи соціогігієнічного моніторингу призначаються для забезпечення інформацією процесу прийняття рішень із управління навчальним процесом у школах.

Підвищення ефективності управлінських рішень в цій галузі пов'язано із автоматизацією моніторингових процесів. Усунення протиріччя між вимогами, які висуваються до систем моніторингу в процесі планування навчального процесу та обмеженими властивостями їх науково-методичного апарату усувається шляхом створення ієрархічних систем багаторівневого перетворення інформації. Однією із важливих задач, яку приходится розв'язувати при створенні таких систем є координація взаємодії елементів їх складної структури [1].

### **Постановка проблеми**

Структура підсистеми перетворення інформації формується шляхом ієрархічного поєднання моделей об'єктів моніторингу, які використовуються в якості типових агрегатів.

Дані моделі отримані на основі індуктивних методів синтезу моделей, одним із яких є метод групового врахування аргументів (МГУА) [2]. Завдяки різноманітності алгоритмів МГУА забезпечується можливість синтезу моделей для агрегатів на всіх рівнях перетворення інформації.

Зростання складності об'єктів, над якими ведеться спостереження, та підвищення вимог до ефективності управлінських рішень, привело до появи ієрархічних багаторівневих структур моніторингових систем. Потужності існуючих методів синтезу моделей як засобів багаторівневого перетворення інформації стало недостатньо для реалізації глобальної функції системи.

У зв'язку з цим необхідні методи, які дозволять підвищити якість моделювання складних об'єктів, без суттєвого підвищення складності системи загалом, компенсуючи при цьому недостатню якість моделювання стандартними методами.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Основною задачею, що розв'язується при проектуванні ієрархічних систем керування, є розроблення алгоритмів координації взаємодії її елементів. Такі алгоритми необхідні для узгодження роботи автономних підсистем. До останнього часу основна увага приділялася координації за рахунок розв'язування оптимізаційних задач і координації у лінійних динамічних системах [1,3]. Створення технологій моніторингу у вигляді ієрархічних систем багаторівневого перворення моніторингової інформації (ІСБПМІ) вимагає розробки нових методів координації взаємодії елементів таких систем.

Основні принципи координації – це взаємозв'язок і одночасність, ієрархічна підпорядкованість, узгодження, збалансованість, рівновага, резервування, єдність команд і дій, загальна ціль [4].

Механізми координації – це способи досягнення її цілей. До методів координації відносяться прогнозування взаємодій, оцінка взаємодій, розв'язування взаємодій, наділення відповідальністю, створення коаліцій та інші [1].

Алгоритми координації поділяються на безітеративні та ітеративні. Прийняття рішень за безітеративними алгоритмами координації здійснюється при одноразовому обміні інформації між рівнями. Елементи повідомляють центру інформацію про допустиму множину своїх показників. На основі цієї інформації вирішується задача координації, в результаті чого визначається глобальні оптимальні показники роботи елементів. Ці показники передаються елементам і дозволяють сформулювати локальні задачі елементів. При вирішенні цих завдань формуються деталізовані плани елементів. Недоліком безітеративних алгоритмів є необхідність визначення і передачі на вищий рівень управління всієї ефективної множини елементів (або достатньо точної апроксимації цієї множини). Альтернативою в цьому випадку є ітеративні алгоритми координації, в яких спочатку елементи визначають лише частина ефективних точок. На кожному кроці ітеративного процесу розв'язуються локально-оптимальні задачі елементів і координуюча задача центру [3].

В [5], було запропоновано використати для координації елементів ІСБПМІ процес висхідного синтезу елементів за індуктивними, еволюційними та іншими методами цього класу. Були досліджені особливості постановки задачі координації в нових умовах, та процеси її реалізації. На відміну від вже існуючих методів розв'язання задач структурно-функціональної ідентифікації дана технологія передбачає, що в межах окремої страти структури синтезуються моделі кількох об'єктів моніторингу одного рівня. Страти реалізують певну кількість рівнів перетворення інформації, визначених функціональною схемою соціогігієнічного моніторингу. Управління якістю перетворення інформації забезпечується шляхом заміни моделей, характеристики яких погіршились, підсистемою управління (ПУ). ПУ реалізовує ієрархічну структуру виборі алгоритму синтезу моделі, який забезпечить необхідні характеристики її якості. Основним елементом ПУ є синтезатор моделей, який мастить засоби реалізації типових алгоритмів МГУА [7] та МГУА-подібних алгоритмів, а також нейромереж кількох типів, генетичних алгоритмів та формування гібридних та багат шарових алгоритмів синтезу моделей.

В [6] запропоновано удосконалити метод висхідного синтезу елементів шляхом формування дублюючих рівнів перетворення інформації в межах однієї страти.

Зміна властивостей масивів вхідних даних при використанні ІСБПМІ в нових предметних областях вимагає удосконалення механізмів координації її елементів.

### **Мета статті**

Метою даної роботи є дослідження та вдосконалення методу формування структури підсистеми перетворення інформації ІСБПМІ в умовах соціогігієнічного моніторингу.

### Основна частина

Відповідно до положення теорії ієрархічних багаторівневих систем [1] задача координації елементів ІСМПБ формулюється відповідно виразу:

$$(\exists \gamma) (\exists x) [P(x, D_i(\gamma)), \&P(Z(x), D_n)], \quad (1)$$

де  $\gamma$  – стратегія координації локальних задач перетворення інформації;  
 $x$  – вхідні дані;

$D_i(\gamma)$  – множина локальних задач перетворення інформації, які вирішуються відповідно до стратегії  $\gamma$ ;

$Z(x)$  – глобальна функція перетворення інформації;

$D_n$  – глобальна задача системи.

Глобальною задачею системи соціогігієнічного моніторингу  $D_n$  є забезпечення процесу прийняття рішень відомостями про реакцію учня на застосування дій із реалізації плану навчального процесу. Глобальною функцією системи  $Z(x)$  є функціональна схема багаторівневого перетворення інформації що реалізується з метою виконання глобальної задачі. Локальною задачею перетворення інформації  $D_i(\gamma)$  є побудова функціональної залежності і її характеристики стану учня від характеристик умов навчального процесу. Координація локальних задач — це спосіб формування зв'язків між моделями – елементами структури. Стратегія координації локальних задач перетворення інформації  $\gamma$  це метод поєднання моделей в багаторівневу структуру з метою забезпечити глобальній функції системи.

В якості стратегії координації елементів структури підсистеми перетворення інформації використовується метод висхідного синтезу елементів структури системи — моделей об'єктів моніторингу відповідного рівня [7].

Задача буде вважатись розв'язаною, якщо буде забезпечена вимога мінімуму функції якості – критерію регулярності середнім квадратичним відхиленням результатів моделювання від дійсних значень модельованої величини на екзаменаційній послідовності спостережень, які не використовувались в процесі синтезу моделі [8]:

$$\overline{e^2} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (z_i - f(x_i))^2, \overline{e^2} \rightarrow \min \quad (2)$$

де  $n$  – кількість спостережень,  $z_i$  – вихідний параметр  $i$ -го спостереження,  $f(x_i)$  – значення модельованого показника (сигналу на виході) при вхідному векторі даних  $i$ -го спостереження.

Для забезпечення необхідної якості результатів моделювання в [6], було запропоновано використання принципу рециркуляції при формуванні

структури підсистеми перетворення інформації, шляхом формування дублюючих рівнів, в яких вихідні сигнали агрегатів першого рівня подаються на вхід агрегатів наступного рівня, вихідні параметри якого дублюють виходи агрегатів попереднього рівня.

Структура підсистеми перетворення інформації ІСБПМІ подана на рис. 1.

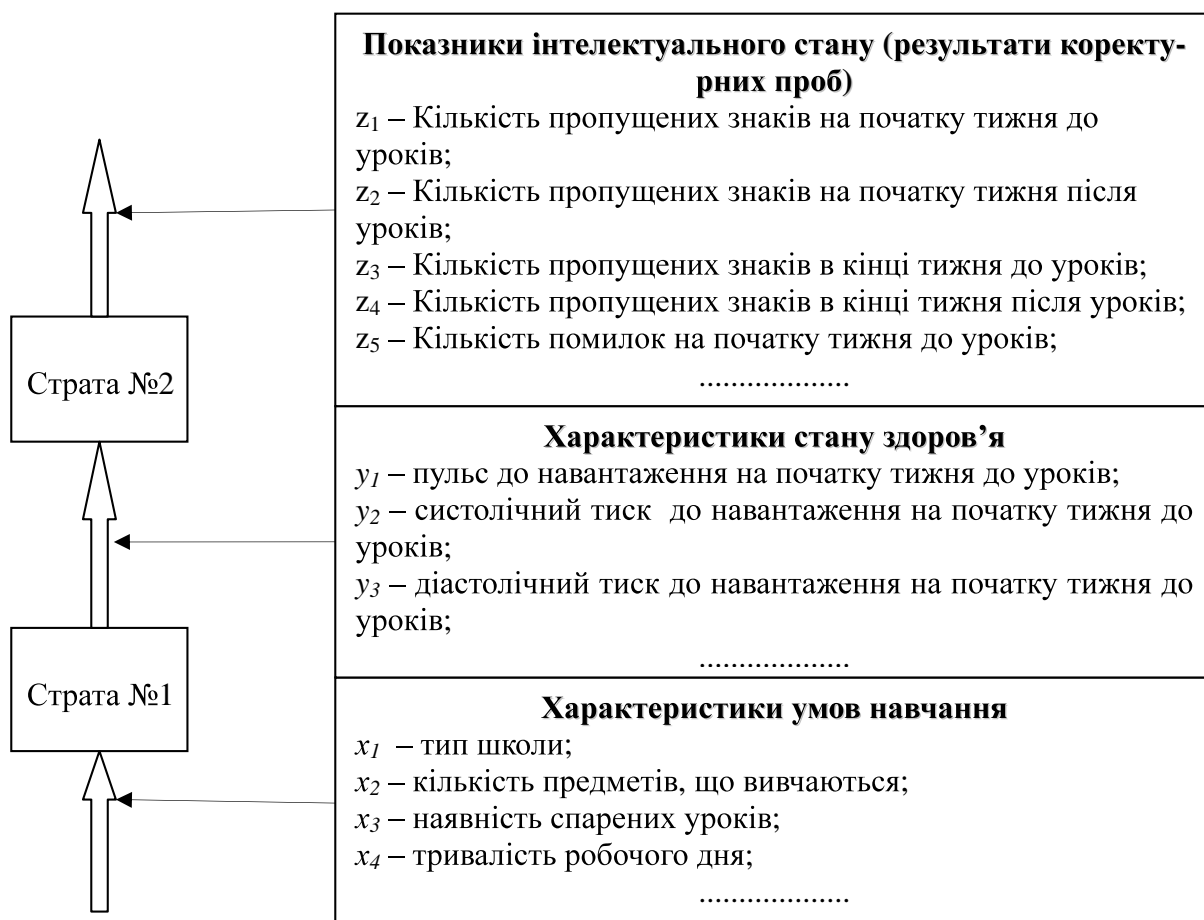


Рис.1. Структура підсистеми перетворення інформації

Для синтезу моделей як елементів структури перетворення інформації використовувався багаторядний алгоритм МГУА [2].

На першому етапі досліджень для підвищення адекватності результатів перетворення вигляду інформації при формуванні структури системи за методом висхідного синтезу елементів [5] використовувався процес формування дублюючих рівнів [6]. Дублюючі рівні формувались в структурі страти 2 з метою підвищення адекватності вихідних сигналів. Вихідними сигналами елементів страти є значення модельованих показників станів об'єктів моніторингу відповідно рис. 1.

Результати досліджень подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення критерію регулярності вихідних даних при формуванні дублюючих рівнів перетворення інформації

Дублюючий рівень	Вихідні сигнали				
	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_5$	$z_5$
1	115,06	116,16	120,72	153,41	15,05
2	120,83	112,43	121,39	161,03	14,40
3	128,73	111,79	122,10	161,99	14,26

В результаті дослідження процесів перетворення результатів соціогігієнічного моніторингу, виявлено, що в даних умовах не всі моделі вищих дублюючих рівнів забезпечують покращення характеристик вихідних сигналів в порівнянні із моделями нижчих рівнів. В табл. 1 значення сигналів  $z_1$ ,  $z_3$ ,  $z_5$  погіршились на другому дублюючому рівні, значення сигналу  $z_2$  покращились і на третьому дублюючому рівні перетворення інформації.

У зв'язку з цим, була висунута гіпотеза про те, що в процесі формування дублюючих рівнів перетворення інформації окремої страти висхідним синтезом елементів необхідно застосовувати процедуру його адаптування. Із вищого дублюючого рівня необхідно виключати ті елементи, значення критерію регулярності яких гірше за значення цього критерію на попередньому рівні. При цьому, побудова дублюючих рівнів відбувається до тих пір, поки характеристики вихідних сигналів покращуються.

Для перевірки висунутої гіпотези був проведений модельний експеримент. Досліджувались елементи страти 2 структури підсистеми перетворення інформації системи соціогігієнічного моніторингу (рис. 1).

В табл. 2 подані результати дослідження характеристик структури підсистеми перетворення інформації системи соціогігієнічного моніторингу. Типи сигналів позначені відповідно рис. 1.

В порівнянні із координацією взаємодії елементів структури із формуванням дублюючих рівнів застосування процедури адаптації цього процесу дозволив в даних умовах знизити значення критерію регулярності на (0,3–10,6)%.

Таким чином отримала експериментальне підтвердження гіпотеза про ефективність застосування методу адаптивного формування дублюючих рівнів перетворення інформації в процесі висхідного синтезу елементів структури багаторівневої системи соціогігієнічного моніторингу.

Таблиця 2

Результати дослідження структури підсистеми перетворення інформації  
системи соціогігієнічного моніторингу

Сигнал	Без дублювання рівнів	З дублюванням рівнів	З адаптивним дублюванням рівнів
Кількість пропущених знаків на початку тижня до уроків ( $z_1$ )	115,06	128,73	115,06
Кількість пропущених знаків на початку тижня після уроків ( $z_2$ )	116,16	111,79	111,49
Кількість пропущених знаків в кінці тижня до уроків ( $z_3$ )	120,72	122,10	120,72
Кількість пропущених знаків в кінці тижня після уроків ( $z_4$ )	153,41	161,99	153,41
Кількість помилок на початку тижня до уроків ( $z_5$ )	15,05	14,26	14,12

### Висновки

З метою використання автоматизованої системи багаторівнеовго перетворення інформації зі висхідним синтезом елементів в технології соціогігієнічного моніторингу запропоновано використовувати новий метод координації її структури – адаптивне формування дублюючих рівнів перетворення інформації. Експериментально підтверджено, що застосування нового методу формування структури інформаційної системи моніторингу дозволяє зменшити значення критерію регулярності в середньому на 4%.

## Література

1. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М.Месарович, Д.Мако, И.Такахара. – М.: Мир, 1973 – 344с.
2. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / А.Г. Ивахненко. – К. : Наук. думка, 1981. – 296 с.
3. Алиев Р.А. М.И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Алиев Р.А., Либерзон М.И. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.
4. Катренко А.В., Савка І.В, Механізми координації у складних ієрархічних системах // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка" №631. – Львів 2008. – С. 156 – 166.
5. Голуб С.В. Методологія створення автоматизованих систем багаторівневого соціоекологічного моделювання / С.В. Голуб // Автореферат дисертації на здобуття ступеня доктора техн. наук. – Черкаси: Видавництво ЧНУ, 2008. – 36 с.
6. Голуб С.В., Немченко В.В., Нечипоренко В.Ю. Формування дублюючих рівнів в ієрархічних структурах автоматизованих систем багаторівневого перетворення інформації // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – №9 . – С. 294–297.
7. Голуб С.В. Координація взаємодій локальних агрегатів в структурі систем багаторівневого перетворення моніторингової інформації / С.В. Голуб // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2009. – № 6(136). – Частина 1. – С. 325-329.
8. Ивахненко А.Г. Помехоустойчивость моделирования / А.Г. Ивахненко, В.С. Степашко. –К. : Наукова думка, 1985. – 216 с.