

УДК 656:004.8

ЗАДАЧА СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Філь Н.Ю., Ісаджанян А.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Одним із реальних наслідків інформаційної революції кінця ХХ століття є розширення процесу глобалізації. Значною мірою цьому сприяє інтеграція трьох глобальних технологій: інформаційної технології, телекомунікації та транспорту.

Використання сучасних досягнень інформаційних технологій і засобів зв'язку – телематики – в управлінні транспортними системами дозволяє кардинально підвищити ефективність і якість їх роботи. Тому транспортні системи з використанням АСУ, побудованих на основі телематики, отримали у всьому світі спеціальне найменування – інтелектуальні транспортні системи (ІТС) [1].

Прогнозують, що повсюдне впровадження ІТС дозволить: підвищити пропускну спроможність вуличної дорожньої мережі в містах на 20-30 %; знизити рівень аварійності на 30-40 %; зменшити екологічні викиди в контрольованій зоні на 20-30 % [2].

Основними перевагами ІТС є інформативність, безпека, ефективність, економічність та екологічність [2].

Для практичної реалізації ІТС необхідно створення розгалуженої дорожньо-транспортної, транспортно-технологічної, транспортно-сервісної та інформаційної інфраструктури [3]. Для поєднання функцій диспетчерської, оперативної та ситуаційної взаємодії залучених служб, відомств та інших суб'єктів транспортної системи необхідно розробити інформаційно-вимірювальний комплекс [4].

Інформаційно-вимірювальний комплекс ІТС повинен виконувати наступні функції [3-4]:

– управління транспортними потоками дозволить збільшити пропускну здатність транспортної мережі міста та формувати попереджувальну інформації про дорожню ситуацію, що склалася на автомобільних дорогах;

– оперативне виявлення порушень, які допущені водіями, у тому числі виявлення фактів порушення правил дорожнього руху та умисного зловживання, що відбувається в корисливих цілях;

– створення умов для попередження можливих порушень, включаючи доведення інформації до водіїв про різні за напруженістю умови дорожнього руху, попередження про необхідність підвищення уваги водіями виходячи з поточного та короткострокового прогнозу умов дорожнього руху, оперативне надання інформації спеціальним службам у разі ДТП чи інших небезпечних ситуаціях на транспорті.

Впровадження інформаційно-вимірювального комплексу ІТС дозволить підвищити ритмічність вантажоперевезень, ефективність роботи транспортних засобів за рахунок надання додаткових послуг, що включають актуальну інформацію про умови транспортування вантажів і пасажирів, контроль поточного місцезнаходження вантажу та його стан тощо.

Формування апаратного складу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС повинно спиратися на наукові принципи, що дозволять оптимізувати його технічні, експлуатаційні та економічні характеристики.

Процедура формування оптимального апаратного складу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС включає два взаємопов'язані завдання: формування критерію оптимальності, адекватного цілям проектування; вибір оптимальної проектної альтернативи з множини допустимих варіантів.

Таким чином, завдання синтезу складу і інформаційно-вимірювального комплексу ІТС може бути сформульована наступним чином: необхідно вибрати набір пристроїв, який дозволить реалізувати всю сукупність функцій, що покладаються на інформаційно-вимірювального комплексу ІТС, що розробляється, і виявиться оптимальним набір з точки зору критерію ефективності.

Розглянемо загальну постановку завдання синтезу інформаційно-вимірювального комплексу ІТС.

Відомо:

– множина функцій, яку повинен виконувати інформаційно-вимірювального комплексу ІТС $F = \{F_\alpha\}$ ($\alpha = \overline{1, \alpha^*}$), де α^* – кількість функцій;

– для виконання кожної α -функції ($\alpha = \overline{1, \alpha^*}$) може використовуватися множина типів елементів $E^\alpha = \{E_\beta^\alpha\}$ ($\beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$), β^* – кількість типів елементів;

– множина типів елементів $E^\alpha = \{E_\beta^\alpha\}$ ($\beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$) може мати множину видів елементів $E^\alpha = \{E_{\beta\gamma}^\alpha\}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$), γ^* – кількість видів елементів;

– кожен тип та вид елемента інформаційно-вимірювального комплексу ІТС характеризується вартістю $C_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), об'ємом $V_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), масою $M_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), напрацюванням на відмову $N_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), середнім терміном служби $T_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), гарантійним терміном експлуатації $G_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$), середнім часом відновлення (хв) $W_{\beta\gamma}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}$).

Введемо змінну $X_{\beta\gamma}^\alpha = 1$, якщо для виконання α функції обрано елемент β типу γ виду, $X_{\beta\gamma}^\alpha = 0$ в протилежному випадку ($\gamma = \overline{1, \gamma^*}; \beta = \overline{1, \beta^*}; \alpha = \overline{1, \alpha^*}$).

Необхідно обрати елементи для виконання всіх функцій інформаційно-вимірювального комплексу ІТС із врахуванням часткових критеріїв та обмежень.

В якості часткових критеріїв

– мінімальна загальна вартість всіх елементів, що використовуються для виконання всіх заданих функцій

$$C = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} C_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \min \quad (1)$$

– максимальне напрацювання на відмову

$$N = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} N_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \max. \quad (2)$$

– мінімальний об'єм всіх елементів, що використовуються для виконання всіх заданих функцій

$$V = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} V_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \min \quad (3)$$

– мінімальна маса всіх елементів, що використовуються для виконання всіх заданих функцій

$$M = \sum_{\alpha=1}^{\alpha^*} \sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} M_{\beta\gamma} X_{\beta\gamma}^{\alpha} \rightarrow \min \quad (4)$$

Область допустимих рішень визначається обмеженнями:

– вартість елемента γ виду β типу для виконання α функції не повинна перевищувати \bar{C}_{β}^{α}

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^{\alpha} C_{\beta\gamma} \leq \bar{C}^{\alpha}; \quad (5)$$

– напрацювання на відмову елемента γ виду β типу для виконання α функції не повинна бути менше \bar{N}^{α}

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^{\alpha} N_{\beta\gamma} \geq \bar{N}^{\alpha}; \quad (6)$$

– об'єм елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна перевищувати \bar{V}^α

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha V_{\beta\gamma} \leq \bar{V}^\alpha; \quad (7)$$

– маса елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна перевищувати \bar{M}^α

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha M_{\beta\gamma} \leq \bar{M}^\alpha; \quad (8)$$

– середній термін служби елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинна бути менше \bar{T}^α

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha T_{\beta\gamma} \geq \bar{T}^\alpha; \quad (9)$$

– середній час відновлення елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинен бути більше \bar{W}^α

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha W_{\beta\gamma} \leq \bar{W}^\alpha; \quad (10)$$

– гарантійний термін експлуатації елементу γ виду β типу для виконання α функції не повинен бути менше \bar{G}^α

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^\alpha G_{\beta\gamma} \geq \bar{G}^\alpha; \quad (11)$$

– всі функції інформаційно-вимірювального комплексу ІТС повинні бути забезпечені апаратно

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} F_\alpha X_{\beta\gamma}^\alpha \geq 1, \quad (\alpha = \overline{1, \alpha^*}); \quad (12)$$

– необхідно обрати тільки один елемент γ виду β типу для виконання α функції

$$\sum_{\beta=1}^{\beta^*} \sum_{\gamma=1}^{\gamma^*} X_{\beta\gamma}^{\alpha} = 1 \quad (\alpha = \overline{1, \alpha^*}). \quad (13)$$

Модель (1)-(13) відноситься до завдань багатокритеріального дискретного програмування з булевими змінними [5]. В загальному вигляді поставлене завдання вирішити складно, тому пропонується його декомпонувати на часткові задачі вибору елементів для кожної функції окремо.

Таким чином, в роботі запропоновано узагальнену модель синтезу апаратного забезпечення інформаційно-вимірювального комплексу ІТС, яка дозволяє вибирати ефективний комплекс апаратних засобів за заданими критеріями та обмеженнями.

Література:

1. Горів Е.Б. Інформаційні технології в професійній діяльності (автомобільний транспорт): підручник. URL: <http://surl.li/pyzvwa>
2. Бажинов Ан. В., Рубцов. М. С. Інтелектуальні транспортні системи України // 82-га міжнародна студентська наукова конференція. Секція «Організація і безпека дорожнього руху», м. Харків, Україна, 21-24 квітня 2020 року: наукові праці. Харків. 2020. URL: <http://surl.li/jaeyad>
3. Харитоненко М. Ю., Колосок І. О. Інтелектуальні транспортні системи управління дорожнім рухом. // Збірник тез доповідей X Міжнародної науко-практ. конф. «Крамаровські читання», м. Київ, Україна, 23-24 лютого 2023 року. URL: <http://surl.li/kxasiv>
4. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.]; під заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Ауліна В. В. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2020. – 428 с.
5. Філь Н.Ю. Моделі вибору датчика температури та вологості для модуля системи екологічного моніторингу // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, № 55 (2024), С. 206-212.