

УДК 656:004.75



## ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ, МАШИН ТА СИСТЕМ

О.П. Алексієв<sup>1</sup>, В.О. Алексієв<sup>2</sup>, В.О. Хабаров<sup>3</sup>, Г.Г. Четвериков<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ХНАДУ, м. Харків, Україна, o.p.alex@mail.ru

<sup>2</sup> ХНАДУ, м. Харків, Україна, aleksiyev@gmail.com

<sup>3</sup> НТЦ «Дор'якість», м. Харків, Україна, mechatronics@list.ru

<sup>4</sup> ХНУРЕ, м. Харків, Україна, chetvergg@kture.kharkov.ua

Розглянуто інформаційний розвиток транспортних систем у єдиному інформаційному просторі транспортних організацій.

ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, ІНФОРМАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК, МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА, СИНЕРГЕТИКА, КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

### Вступ

Зараз склалася ситуація, коли практика створення сучасних автомобільних приладів та пристроїв, агрегатів та систем випередила теорію інформаційного аналізу та синтезу транспортних систем. Існуючі окремі рішення з інформаційного забезпечення автомобільного транспорту потребують узагальнення, стандартизації та уніфікації, визначення нових спеціальних вимог до створення комп'ютерних обчислювальних систем та мереж на транспорті.

У зв'язку з постійним інформаційним розвитком суспільства та його промислової складової нові транспортні системи і машини досягли високого інформаційного рівня досконалості. Відповідно з'явилося нове протиріччя між стрімким розвитком засобів та методів інформатизації складних об'єктів і систем та гетерогенним характером існуючих підсистем та ланок транспортного комплексу. Вирішення цього протиріччя дозволить на всіх рівнях транспортної інфраструктури поліпшити обслуговування мешканців міст і регіонів, удосконалити перевізні процеси, уникнути існуючих негативних впливів: збоїв в організації руху, незадовільного стану шляхів сполучень, нераціонального використання коштів, що виділяються на ремонт, експлуатацію та облаштованість транспортних маршрутів.

### 1. Аналіз досліджень та публікацій

Можна виділити три послідовні етапи інформатизації транспортних систем: виконання комп'ютерних обчислень для вирішення окремих складових проблем та задач транспортного типу [1]; створення галузевих автоматизованих систем управління рухом, транспортними підприємства-

ми й організаціями, впровадження інформаційних технологій на транспорті [2–4]; обладнання транспортних засобів мехатронними вузлами, агрегатами та системами, розвиток транспортної телематики, інтелектуалізація транспортних машин, систем та шляхів сполучення [5, 6].

У дослідженні [7] саме інтелектуалізація, застосування на транспорті мехатроніки, синергетики та телематики розглянуто як наукова засада інформатизації транспортних систем. Що торкається сучасного протиріччя між досягнутим рівнем інформатизації суспільства, технічним удосконаленням транспортних машин та реальним інформаційним станом транспортної інфраструктури міст та регіонів, у роботах [8, 9] визначено його розв'язання шляхом створення єдиного інформаційного простору транспортних організацій. Розглянемо таке рішення як інформаційний розвиток транспортних систем.

### 2. Постановка задачі

Транспортна інфраструктура залежить та підпорядковується структурі телекомунікаційних зв'язків комп'ютерних систем, що забезпечують інформаційні послуги. Її основний компонент – телематика. Наслідком цього є необхідність застосування синергетичного підходу до вирішення проблем створення складних об'єктів та систем, які мають гетерогенний характер (рис. 1). Його відмінність від звичайного системного підходу полягає у необхідності урахування та використання механізму самоорганізації інформаційного простору транспортних систем.

На рис. 2 наведено схему, що пояснює взаємозв'язок синергетичного об'єднання телематичних комплексів та мехатронних вузлів із інтелектуальними складовими транспортної інфраструктури.

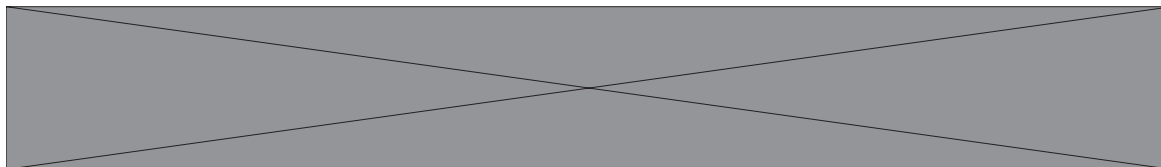


Рис. 1. Синергетичний підхід



Рис. 2. Співвідношення мехатроніки, телематики та синергетики

Такий зв'язок ґрунтується на стандартизації програмно-апаратних рішень та уніфікації інтерфейсів і протоколів передачі даних на засадах синергетики, телематики та мехатроніки. Мехатронні системи стали основною частиною транспортного середовища. Їх створення та розвиток відповідають процесам вдосконалення та оптимізації транспортної системи (ТС). Розглянемо інформаційний розвиток ТС як перетворення  $Q$  існуючого стану транспортної інфраструктури (сукупності  $n$  змінних  $k_1(t), k_2(t), \dots, k_n(t)$ ) до нової сукупності  $n$  змінних  $q_1(t), q_2(t), \dots, q_n(t)$ . Прообрази  $k_i(t)$  оператора  $Q$  – характеристики пересування у просторі та часі транспортних засобів, а  $q_i(t)$  – нова сукупність оцінок цього пересування. Кожна змінна нової сукупності є точкою, що визначає найбільш раціональну концепцію розвитку ТС. Тоді  $Q$  є таким оператором, що  $q_i(t) = Q[k_i(t), t]$ , де  $k_i(t)$  – динамічна функція, яка відповідає  $i$ -му об'єкту у досліджуваній системі незалежно від його специфіки. Інтерпретація  $q_i(t)$  – ефективність роботи  $i$ -частини системи. Подання цього параметра не як пропускної здатності, а як ефективності узагальнює властивості розвитку транспортної системи.

Припустимо,  $L$  – множина точок транспортної комунікації (шляху сполучення (ШС) у його лінійному уявленні), що складається з підмножин  $L^\alpha, L^p, L^y$  відповідно зареєстрованих значень поточних параметрів швидкості руху, наповненості рухомої одиниці (РО) та ШС. Таким чином,  $L = L^\alpha \cup L^p \cup L^y$ . Відповідно стан рухомого об'єкта, процес його пересування в просторі  $L$  транспортного засобу і характеристики дорожнього середовища можна уявити як суму трьох операторів  $S = S' \cup S'' \cup S'''$ , де  $S, S', S'', S'''$  – оператори перетворення спостережуваних динамічних процесів  $k_i(t)$  (СДП) пересування рухомих об'єктів (РО) у певний момент часу  $t$  (поточні характеристики РО, ШС).

Таким чином, створюється своєрідний ланцюжок від інформаційних приладів окремої транспортної машини, систем внутрішньої та зовнішньої транспортної телематики до потужних комп'ютерних

систем на базі локальних обчислювальних мереж транспортних організацій, органів самоврядування та державних інформаційних систем на усіх рівнях світової Глобальної комп'ютерної розподіленої мережі. Розглянемо задачу сполучення та об'єднання комп'ютерних ресурсів для забезпечення інформаційного розвитку транспортних систем.

### 3. Транспортні процеси та системи

В основу узагальнення оцінки транспортних машин, систем, ШС та транспортних процесів (ТП) покладено механізм взаємодії транспортного засобу (ТЗ) та ШС, який слід вважати керованим процесом. Кожен ТЗ характеризується своїм поточним напрямком пересування й маршрутом руху. Визначення режиму пересування такого ТЗ відбувається на основі аналізу ситуацій на відповідному ШС, прогнозу умов руху та супроводжується формуванням керуючих впливів.

На перше місце у керуванні транспортними процесами виходить сукупність дій осіб, що приймають рішення (ОПР) про організацію руху. Пересування окремого АТЗ теж підпорядковується відповідним діям ОПР (рис. 3).

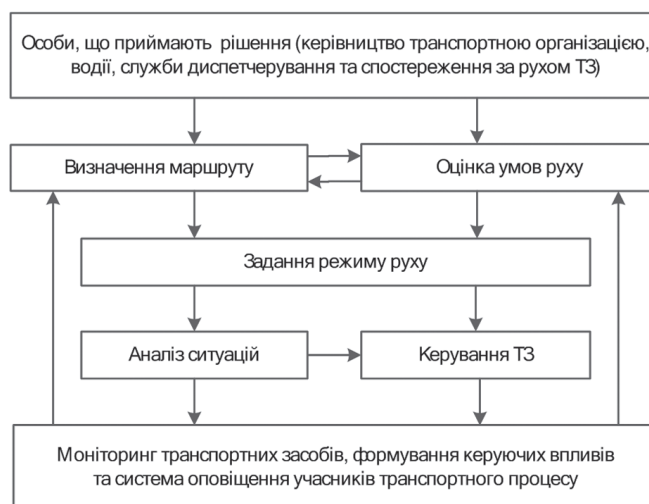


Рис. 3. Транспортний процес

Аналіз транспортних процесів передбачає їх уявлення як послідовності дій учасників руху ТС, яку формально визначимо як множину  $T = Z \cup K$ , де  $Z$  – засоби пересування,  $K$  – шляхи сполучення. Логічним продовженням такого узагальнення є використання інформаційно-логічної моделі (ІЛМ) транспортно-експлуатаційних параметрів.

Рух окремого транспортного засобу визначається за результатами оцінки ШС та моніторингу стану ТЗ (рис. 4). Йому відповідає множина транспортно-експлуатаційних параметрів, які так чи інакше впливають один на одного.

Можна показати, що аналогічний висновок випливає із аналізу ІЛМ взаємозв'язку цих параметрів  $\{d_i\}$ . Відповідна матриця  $D$  відбиває змістовну складову моніторингу транспортного процесу.

Якщо розглядати граф, вузлам якого відповідають параметри  $\{d_j\}$ , використані для оцінки складної автоматизованої системи, а дугам – зв’язки між ними, то оцінку аналізованої множини об’єктів можна виконати за їх структурною складністю  $D_i$ :

$$D_i = \sum_j b_{ij}, \quad (1)$$

де  $b_{ij} \in \{1,0\}$ , 1 – параметри зв’язані; 0 – параметри незв’язані.

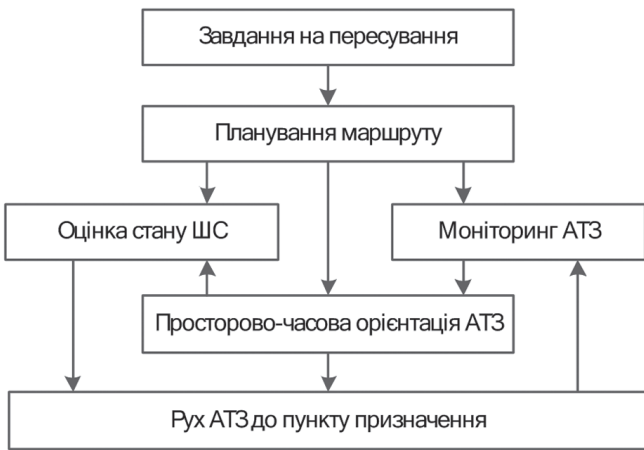


Рис. 4. Рух окремого транспортного засобу

За результатами розрахунку складності задач можна стверджувати, що для прийняття рішень необхідно з первинних параметрів оцінювати швидкість руху, геометрію дороги, її рівність і зчпні якості.

Тоді комплексна узагальнена оцінка  $K_i$  стану частини транспортної магістралі або варіанта  $i$  маршруту руху АТЗ є середньозваженим коефіцієнтом:

$$K_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_j \sum_\gamma \sum_l b_{ij\gamma}^k \cdot \frac{l_{ij\gamma}}{L_{ij}}, \quad (2)$$

де  $b_{ij\gamma}^k$  – обмірюване (розраховане і нормоване та зведене до єдиної системи відліку) значення параметра  $k$  по  $\gamma$  ділянці дороги  $j$ , що входить в  $i$ -й маршрут;  $L_{ij}$  – довжина дороги  $j$  на  $i$ -му маршруті;  $n$  – кількість параметрів, за якими ведеться оцінка альтернативних маршрутів руху. Індeksi  $i, j, \gamma$  відповідно визначають: варіант маршруту, включену до маршруту дорогу та номер елемента.

Знаючи значення  $K_i$  оцінки множини альтернативних маршрутів, можна вибрати на основі теорії математичного програмування найбільш раціональний напрямок руху. Інтелектуалізація транспортних засобів і систем, створення спеціальної апаратури, що має забезпечувати рішення функціональних задач організації руху, нерозривно пов’язані зі схмотехнічними рішеннями в цій сфері та цифровою обробкою даних. Відповідний простий математичний опис такої обробки даних – лінійна система з постійними параметрами, яка є співвідношенням вхідної і вихідної послідовності  $x(n)$  та  $y(n)$  відповідно:

$$y(n) = Y[x(n), t], \quad (3)$$

де  $Y$  – оператор перетворення прообразу оператора  $x(n)$  в образ оператора  $y(n)$ , визначені на множині  $n$  відліків в області  $T$  поточного часу  $t$ .

Слід зазначити, що в даному випадку  $Y: T \rightarrow T$ , де  $T$  – числова вісь, у відповідність якій ставиться час  $t$ . У загальному випадку  $T$  – простір, на якому існують свої множини часових відліків  $T_i$  зі своїм розрізненням у часі  $\xi_{T_i}$ , причому  $\bigcup T_i = T$ , але  $\bigcap T_i = \emptyset$  (пуста множина). У реальних системах одновимірне перетворення (3) трансформується у двовимірні перетворення, а у більш загальному випадку – у багатовимірні перетворення послідовностей сигналів, що реєструються. Це є співвідношенням типу згортка:

$$y(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} h(m) \cdot x(n-m), \quad (4)$$

де  $h(m)$  – відклик на одиничний стрибок або імпульсну характеристику відповідної системи реєстрації даних.

За аналогією з одновимірною лінійною системою для двовимірної системи з вихідною послідовністю  $y(n_1, n_2)$  і вхідною –  $x(n_1, n_2)$  справедливо:

$$y(n_1, n_2) = \sum_{m_1=-\infty}^{\infty} \sum_{m_2=-\infty}^{\infty} x(m_1, m_2) \cdot h(n_1 - m_1, n_2 - m_2), \quad (5)$$

де  $h(n_1, n_2)$  – імпульсна характеристика такої лінійної системи. Тоді:

$$y(n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_k) = \sum_{m_1=-\infty}^{\infty} \sum_{m_2=-\infty}^{\infty} \dots \sum_{m_i=-\infty}^{\infty} \dots \sum_{m_k=-\infty}^{\infty} x(m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_k) \times (6)$$

$$\times h(n_1 - m_1, n_2 - m_2, \dots, n_i - m_i, \dots, n_k - m_k).$$

Відповідно можна навести операторний опис цієї оцінки:

$$y(n_i) = Y_i[x(m_i), t], \quad (7)$$

де  $Y_i$  – оператор  $k$ -вимірної лінійної системи цифрової реєстрації й обробки даних про стан транспортних засобів.

Для того щоб фізично реалізувати перетворення  $Y_i$ , необхідним є виконання умов фізичної реалізації і стійкості створюваної системи моніторингу транспортного комплексу:  $y(n_0)$  залежить тільки від  $x(n_0)$ , якщо  $n \leq n_0$ . Для відповідності системи вимогам стійкості необхідно передбачити, що

$$\sum_{m=-\infty}^{\infty} |h(n)| < \infty.$$

На часовому просторі  $T$  послідовності  $t_i$  можуть належати зонам з різним часовим розрізненням. Так, транспортний засіб зі своїм часом існує в діапазоні  $T_1$ , водій і пасажир –  $T_2$ , а транспортна комунікація –  $T_3$ . Твердження  $T_1 \cup T_2 \cup T_3 = T$  не завжди є справедливим. Можна визначити такий діапазон  $T_4$  з  $T$ , для якого:

$$\forall T_4 | \exists T_4 = T_1 \cap T_2 \cap T_3. \quad (8)$$

Слід брати до уваги, що прообрази СДП ТП є функціями часу. Оцінка  $q(t)$  транспортної системи в цілому (результат загального спостереження) визначається операторним співвідношенням:

$$q(t) = Q[h(l), t], \quad (9)$$

де  $h(l)$  – динамічна функція аргументу  $l$ , що визначається в часі  $t$  у часовому просторі  $T_3$ .

Оператор  $P$  є оператором із пам'яттю, тому що в зазначеній постановці важливими є не тільки прості визначення або оцінка  $h(l)$  у точці  $l = l_i$ , що відповідає точці  $s = s_i$  та моменту часу  $t \in T$ , але й аналіз ансамблю значень  $\{x(t), y(t), z(t)\}$  на множині звітів  $x_j$  зі своєю «вагою»  $M_i$  або (у загальному випадку функції) коефіцієнта переваги. Процедура сканування ШС для  $l = l_i$  буде мати відповідний вигляд:

$$X_j = \frac{\sum_{j=i-n}^{j=i+n} M_i X_j}{\sum_{j=i-n}^{j=i+n} M_i}. \quad (10)$$

Для визначення метрики простору існування множини функцій, що реєструються, СДП  $x(t)$  слід розглядати у вигляді сукупності точок  $x_i$  на числовій осі. Розглянемо, як система моніторингу (підсистема – «спостерігач») розрізняє ці точки, визначаючи процес зміни станів. Для будь-якої пари  $x_i$  та  $x_j$  ( $i \neq j$ ) можна вказати такі величини  $\xi$ , для яких значення  $x_i$  стають невизначеними або втрачають свій фізичний зміст. Ця величина визначає поріг розрізнення станів, причому для конкретного елемента можна одержати безліч значень порогів розрізнення. Величина найменшого порогу  $\xi$  визначає нижню межу надійного розходження двох значень СДП  $x(t)$  або їхнього існування. Ця величина – поріг розрізнення:  $\xi = \inf \sup \rho(x_i - x_j)$ , для всіх  $i \neq j$ .

Слід відрізнити фізичне і споживче розрізнення. Точність перетворення даних характеризується «споживчим» порогом розрізнення  $\xi_y$ , а  $x(t)$  – «фізичним» порогом розрізнення  $\xi_x$  і характеризує чутливість системи. При цьому умова спостереження об'єкта  $\rho(x_i, x_j) \geq \xi_y$ , тому що у протилежному випадку неможливо буде відмітити зміну стану процесу, який спостерігається.

Тоді графічно можна представити це перетворення у вигляді узагальненої схеми, що наведена на рис. 5.

Слід визначити, що завжди є така часова послідовність  $t_i$ , протягом якої вказівки «керуючого центру»  $I(t)$  відсутні і керуючий вплив  $U(t)$  формується автономно (на борту транспортного засобу) за оцінкою  $Q(t)$ :

$$\exists t_i \forall t_i \in T | Q(t) = Q_i[I(t), U(t)], I(t_i) = 0. \quad (11)$$

Поряд з цим можна висловити твердження про те, що контроль вузлів, агрегатів та модулів транс-

портного засобу має виконуватися рівномірно лише в окремому випадку. Вимірювання та оцінку параметрів керованої ланки мехатронної системи слід проводити у той час, коли вплив цієї ланки на роботу системи є найбільш відчутним.

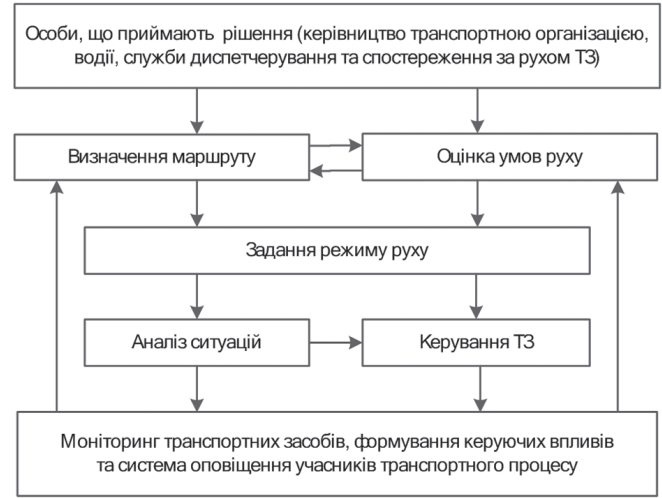


Рис. 5. Узагальнена схема оцінки стану транспортної системи

З визначення інформаційного розвитку ТС як мехатронізації транспортних машин та систем, їх інтелектуалізації поряд із застосуванням технології *X-by-Wire* можна стверджувати, що транспортна машина або РО мають стати своєрідною мережею – мережевим транспортним засобом (*Network Vehicle*). Відповідно за аналогією ТС включно з ШС являють собою технічний аналог нейронної мережі. Тому доцільно для розробки алгоритмів підготовки керуючих рішень на різних рівнях транспортної системи застосувати математичний апарат штучних нейронних мереж (ШНМ). З інженерної точки зору ШНМ – паралельно розподілені системи обробки інформації, утворені простими обчислювальними вузлами та мають властивість до накопичення експериментальних знань. Їх відмінною особливістю є наявність процедури навчання  $T$ . Таку процедуру можна представити як послідовність кроків: розрахунок результату; порівняння з точним значенням; вимірювання ваги; оцінка результатів перетворювань відповідно до досягнення потрібного рівня точності, а в негативному випадку повторення послідовності спочатку (розрахунок результату).

Ефективність застосування ШНМ для рішення задач у транспортних системах пояснюється тим, що для таких, порівняно з існуючими у природі, систем характерна врівноваженість, здатність до відбудови, можливість самоорганізації, росту, розвитку, узгодженості всіх складових частин та наявність механізмів компенсації зовнішніх впливів.

#### 4. Впорядкованість та інформаційний розвиток

Питання про оптимальну впорядкованість та організацію особливо гостро стоїть при досліджен-

нях глобальних проблем – енергетичних, екологічних та багатьох інших, що потребують залучення великих ресурсів. Тут немає можливості шукати відповідь методом проб та помилок, а «нав'язувати» системі необхідну поведінку є дуже складним завданням. Набагато доцільніше діяти, спираючись на знання внутрішніх властивостей системи, законів її розвитку. В такій ситуації значення законів самоорганізації, формування упорядкованості у фізичних, біологічних та штучних нейронних системах важко переоцінити. Синергетика як метод стає інструментом пошукової діяльності. Вона виходить далеко за межі вузької спеціалізації при застосуванні загальних теоретичних моделей складної поведінки. Самоорганізація – одне з ключових понять синергетики. В аспекті утворення – це означає самоутворення. Відповідно найкраще керування – це самокерування.

Синергетичне об'єднання різних транспортних засобів, систем та комп'ютерних ресурсів для підвищення рівня інформаційного забезпечення транспортних систем ґрунтується на раціональному сполученні програмних, апаратних і математичних засобів для створення мехатронних систем на транспорті.

Висловимо твердження, що зміна функціональних та кількісних характеристик складових частин, вузлів або агрегатів транспортних машин не надає значного впливу на удосконалення їхніх конструктивних особливостей. Тому для створення концептуальних автомобілів, транспортних роботів важливими є моделі, які відрізняються не кількісними, а якісними характеристиками.

Відомий закон Мура та принцип Макімото слід розглядати як частковий випадок більш загального принципу синергетичного об'єднання складних об'єктів та систем.

Слід визначити цей принцип як невпинний розвиток. Логічним продовженням цього принципу є принцип інтелектуалізації – додання транспортній системі властивостей розумної поведінки.

Основною властивістю мехатронних транспортних систем, що підтверджує принцип невпинного розвитку, є співвідношення між спеціалізацією, уніфікацією та універсалізацією систем, вузлів та агрегатів транспортних засобів. Прототипом своєрідного інтелектуального засобу є універсаль-

на мобільна автотранспортна лабораторія (УМТЛ), що створена для доведення вірогідності зазначених вище тверджень та принципів (рис. 6).

Загалом, розвиток будь-якої транспортної системи базується на отриманні даних для формування динамічного банку відомостей про її попередній та поточний стан. Формування таких відомостей має забезпечувати інтелектуальна система моніторингу, що є аналогом порівняно простих систем опитування мешканців міст та регіонів, що охоплені транспортною інфраструктурою. Це є задачами, які вирішує транспортний ситуаційний центр (ТСЦ) за допомогою УМТЛ (рис. 7).

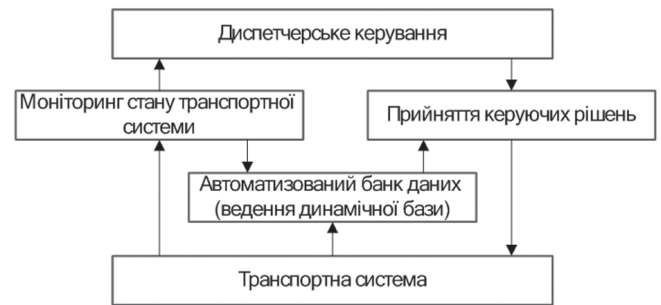


Рис. 7. Задачі, що вирішуються ТСЦ

Інформаційному розвитку транспортної інфраструктури відповідають чотири рівні синергетичного об'єднання транспортних машин, систем та їх програмно-апаратних засобів керування ТП:

- мехатронні модулі автотранспортних машин або інформаційно-керуючі автомобільні вузли та агрегати;
- телематичні системи, що дозволяють комплексно вирішувати проблеми просторово-часової орієнтації автотранспортних засобів;
- інтелектуальні транспортні технології, які забезпечують керування транспортними потоками та підтримують відповідний рівень сучасної транспортної інфраструктури міст чи регіонів;
- логістичні транспортні комплекси, в яких елементи, що керуються, є інтелектуальними транспортними засобами.

Окремим рішенням інформатизації роботи усіх транспортних організацій є комплексний розвиток та управління рухом усіх видів ГПТ міста (автобус, трамвай, тролейбус). Відбиття інформації про цей розвиток є змістом своєрідного порталу – мереже-

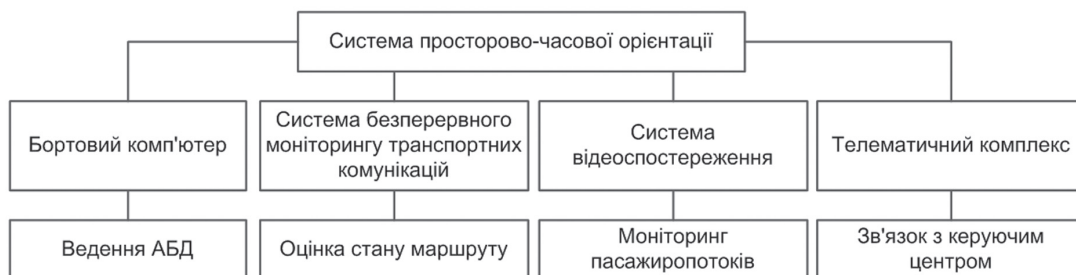


Рис. 6. Структурна схема обладнання УМТЛ

вого простору, у якому “існують” усі учасники дорожнього руху. У якості фізичної реалізації такого простору виступає розподілена система управління транспортним комплексом (рис. 8).

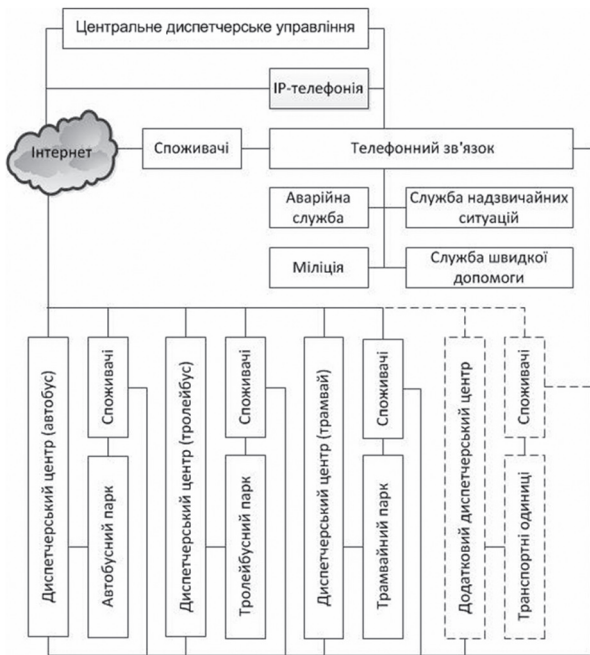


Рис. 8. Єдиний інформаційний простір.  
Технічна реалізація

На першому етапі реалізації відповідного проекту джерелом інформації про стан транспортної системи може бути одна (або декілька УМТЛ), що виступає у ролі мобільного диспетчерського пункту, системи моніторингу маршрутної мережі та інструментального засобу апробації проектних рішень з створення внутрішньої та зовнішньої телематики РО.

### Висновки

На основі оцінки протиріччя між стрімким розвитком засобів та методів інформатизації складних об'єктів та систем, їх уніфікації та гетерогенним характером існуючих підсистем та ланок транспортного комплексу, його інформаційного забезпечення передбачено втілення розрізаних комп'ютерних ресурсів транспортних організацій до єдиного інформаційного простору. Завдяки можливості використання існуючих гетерогенних комп'ютерних систем та Internet для автоматизації управління транспортом значно підвищується інформативність, технологічність, скорочується термін впровадження та як наслідок зменшення витрат на комп'ютеризацію підсистем та ланок транспортного комплексу (до двох разів порівняно з існуючими окремими рішеннями з автоматизації керування рухом).

Є істинними формальні висловлювання про необхідність синергетичного об'єднання комп'ютерних ресурсів всіх учасників дорожнього руху від окремої транспортної машини до корпоратив-

ного рівня транспортних систем. В основу такого об'єднання покладено застосування мехатроніки, телематики і синергетичного підходу до створення мережних транспортних засобів та систем.

**Список літератури:** 1. Алексієв, О.П. Нова інформаційна технологія управління дорожньою галуззю [Текст] / О.П. Алексієв та ін. – Київ: НМК ВО, 1992. – 212 с. 2. Шалабаєв, Е.В. Теоретические и практические проблемы развития мехатроники [Текст] / Е.В. Шалабаєв // Современные технологии. – СПб., 2001. – С. 46–67. 3. Алексієв, В.О. Мехатроніка транспортних засобів та систем [Текст] / В.О. Алексієв, В.П. Волков, В.І. Калмиків. – Харків: ХНАДУ, 2004. – 176 с. 4. Інтелектуальні технології організації руху пасажирського транспорту міста [Текст] / А.М. Туренко, В.О. Богомолов, О.П. Алексієв, В.О. Алексієв // Автомобільні дороги та дорожні будівництва. – Київ: УТУ, 2004. – Вып. 4. – С. 305–311. 5. Информационные технологии на автомобильном транспорте [Текст] / В.М. Власов, В.Б. Николаев, А.В. Постолиит, В.М. Приходько – М.: МАДИ (ГТУ), 2006. – 283 с. 6. Пржибил, П. Телематика на транспорте [Текст] / П. Пржибил, М. Свитек – М.: МАДИ (ГТУ), 2003 – 540 с. 7. Алексієв, В.О. Управління розвитком транспортних систем : монографія / В.О. Алексієв. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 268 с. 8. Богомолов, В.О. Проблема створення єдиного інформаційного простору транспортних організацій [Текст] / В.О. Богомолов, В.О. Алексієв // Автомобільний транспорт : Сборник науч. трудов. – 2009. – Вып. 25. – С. 222–225. 9. Богомолов, В.О. Концептуальне обґрунтування та синергетичний підхід до розвитку транспортних систем [Текст] / В.О. Богомолов, В.О. Алексієв // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті : Наук.-техн. журнал. – 2009. – № 5 (78). – С.59–63.

Надійшла до редколегії 01.06.2010.

УДК 656:004.75

**Информатизация транспортных систем** / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров, Г.Г. Четвериков // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. – 2010. – № 3 (74). – С. 52–57.

Предложено решение проблемы информатизации транспортных систем на основе мехатроники, телематики и основных принципов синергетического объединения всех составляющих транспортной инфраструктуры городов и регионов. Его реализация обеспечит необходимой информацией всех участников дорожного движения, перевозочные процессы и на всех уровнях транспортной инфраструктуры улучшит транспортное обслуживание населения городов и регионов.

Ил. 8. Библиогр.: 9 назв.

UDC 656:004.75

**Informatization of transportation systems** / O.P. Alekseyev, V.O. Alekseyev, V.O. Habarov, G.G. Chetverikov // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. – 2010. – № 3 (74). – P. 52–57.

Proposed solution to the problem of informatization transport systems based on mechatronics, telematics and the basic principles of the synergistic integration of all components of the transport infrastructure of cities and regions. Its implementation is fully provide the necessary information to all road users, the transportation process and at all levels of transport infrastructure will improve transport services for the population of cities and regions.

Fig. 8. Ref.: 9 items.