

**М. В. Підгорний**, к.т.н, доцент кафедри автомобілів  
та технологій їх експлуатації

Черкаський державний технологічний університет,  
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна, 18006  
[pmv1971pmv@gmail.com](mailto:pmv1971pmv@gmail.com)

## ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Викладено основні напрями інформатизації процесів виробництва і управління на транспорті, показано ефективність вирішення складних експлуатаційно-комунікаційних завдань автомобільного транспорту на даному етапі інформатизації суспільства. Описано принципи інформатизації об'єктів та процесу транспортних систем і сформувано вимоги до вибору критеріїв ефективності та якості функціонування складних обслуговуючих інформаційних (експертних) і обслуговуваних (виробничих) систем. Розкрито основні питання гносеології системних досліджень. Розглянуто результати дослідження процесів автоматизації сучасних інформаційних систем. Викладено новий підхід у дослідженні логіко-динамічних систем. Наведено узагальнену системну модель як ефективний засіб розв'язання складних задач планування та керування.*

**Ключові слова:** транспортна інфраструктура; інформаційні технології; системна ефективність.

**Вступ. Постановка проблеми.** Автоматизація народногосподарського комплексу України на основі загальної інформатизації є однією з основних проблем сучасності. Для її розв'язання використовуються новітні інформаційні технології, що реалізують формування й переробку інформації в різних галузях виробничої діяльності. Розвиток інформаційної технології в предметних областях народно-господарського комплексу України впливає на ефективність і якість кінцевих результатів виробничої діяльності [1].

Використання інформаційних технологій на автомобільному транспорті (АТ) дозволило оперативніше вирішувати більшість задач обробки економічної інформації, планування й керування виробництвом, прогнозування зміни окремих виробничих показників та ін. Разом з тим необхідно відзначити, що існуючі інформаційні системи не забезпечують розв'язання всього комплексу сучасних соціальних, економічних і виробничих завдань розвитку й удосконалювання галузі.

Основні причини відставання є такими: низький рівень науково-методичного висвітлення питань інформатизації виробничих процесів на транспорті; відсутність єдиної мети розвитку й удосконалювання інформаційних технологій на транспорті; неузгодженість і низький технологічний рівень проведених у цьому напрямку заходів; відсутність у

необхідній кількості відповідного програмно-методичного забезпечення та його практичного впровадження; недостатній розвиток комунікаційних мереж та ін.

**Актуальність дослідження.** Інформатизація інфраструктури народногосподарського комплексу України в цілому відкриває принципово нові резерви поліпшення всього господарського механізму, дозволяє перевести всі заходи раціоналізації керування на наукову основу, забезпечує формування нового середовища отримання інформації, її переробку, поширення й перетворення в матеріальні фактори.

**Формування мети роботи.** Основні завдання інформатизації на АТ вбачаються в створенні наукового організаційно-технологічного потенціалу, що забезпечує на єдиній логіко-інформаційній основі розв'язання завдань підвищення ефективності та якості транспортного обслуговування галузей народного господарства й окремих громадян; створення інформаційного середовища, що включає найрізноманітніші види й засоби комунікації, у тому числі технічні засоби та технології їх використання; формування соціального замовлення на засоби виробництва й обчислювальну техніку, що забезпечують розв'язання значної кількості технічних, технологічних, організаційних, економічних і соціальних завдань.

**Матеріали та результати дослідження.** Розбудовуючи основні напрямки підвищення ефективності роботи АТ, викладені в [1], розглянемо з позицій системного підходу основні проблеми інформатизації виробничих процесів на АТ і підходи до їхнього розв'язання. Визначимо основні принципи й напрямки інформатизації виробничих процесів.

**Інформатизація процесів на автомобільному транспорті.** Виробничі процеси й інформаційне середовище інфраструктури АТ тісно взаємодіють. З розвитком інфраструктури транспорту зростає нагромадження інформаційного середовища, що вимагає розвитку досягнень науково-технічного прогресу (НТП) в галузі комп'ютерної техніки, засобів передачі й відображення даних, реалізації нових інформаційних технологій для розв'язання завдань прогнозування, оптимального планування й керування. Інформатизація процесів, які відбуваються в автотранспортній галузі, забезпечує розкриття нових можливостей підвищення ефективності та якості їх функціонування на базі постановки й розв'язку нових задач. Створене в процесі інформатизації нове інформаційне середовище повинне мати унікальні властивості. Воно має не тільки оперативно надавати інформацію, але й накопичувати знання, формувати інтелектуальний потенціал який відповідає державним вимогам.

Засоби інформатизації, створені на основі вимог системної ефективності, надаватимуть можливість оперативно отримувати доступ до необхідних даних, інформаційних структур і знань, відкривати нові можливості (інформаційні ресурси) і ефективно використовувати їх для розв'язання практичних задач. Отже, накопичена інформація здатна оперативно реалізуватися в практичних заходах, підвищуючи науково-технічний та інтелектуальний рівень автотранспортного виробництва.

Існуючі підходи, які ґрунтуються на розв'язанні окремих інформаційних задач на існуючих інформаційно-обчислювальних системах, не забезпечують належної ефективності виробництва в результаті значного спотворення (нерідко відсутності) інформації та інерційності виробничих процесів, відсутності раціональних інформаційних технологій розв'язання задач, недостатньої кваліфікації персоналу й ін. У той же час існуючий господарський механізм функціонування підприємств, об'єднань і галузі в цілому не стимулює окремих виконавців і структурні підроз-

діли до широкої інформатизації виробництва, ефективного накопичення, систематизації й використання знань, перетворення їх у продуктивну силу.

**Систематизація і оптимізація як складові впровадження основ інформатизації.** Широке впровадження основ інформатизації на АТ, як і в іншій предметній галузі діяльності, вимагає системного дослідження, що включає вирішення накопичених проблем предметної області засобами комп'ютеризації, систематизації, програмування й оптимізації, тобто складовими науково-технічного прогресу в сучасних умовах. Проблеми інформатизації в цих умовах повинні розкриватися у взаємозв'язку одночасно з проблемами предметної області діяльності, тобто в структурі категорій [2]: <наука>-<виробництво>, <теорія>-<практика>, <суб'єкт>-<об'єкт>, <причини>-<наслідки>, <частина>-<результат>, <система>-<модель>, <процес>-<метод>, <ефективність>-<якість>, <аналіз>-<синтез>, <організація>-<технологія>, <задача>-<ціле>.

Причому, якщо проблеми АТ можуть бути сформульовані у вигляді деякого дерева цілей  $C = \{c_j\}$ , то проблеми інформатизації є потужним засобом їх досягнення, наприклад у вигляді деяких функцій і процедур. У цьому випадку реалізується пара системного підходу <цілі>-<засоби їх досягнення>.

**Проблеми та задачі інформатизації.** Дослідимо послідовно ці задачі. Мета транспортної інфраструктури – задоволення народногосподарського комплексу відповідно автотранспортними перевезеннями вантажів і пасажирів.

Проблеми АТ, у свою чергу, можуть бути представлені у вигляді деякої множини  $M = \{M_j\}$ , що об'єднує проблеми технічного, технологічного, організаційного, економічного, соціального й інших аспектів діяльності, тобто  $M_{jk} = \{m_{kj} : m_{jk} \in M_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K\}$ , для розв'язання яких формується структура відповідних функцій і задач:

$$M_{jk} \rightarrow F_{jk} = \{f_{jk} : f_{jk} \in F_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K,$$

$$F_{jk} \rightarrow Z_{jk} = \{z_{jk} : z_{jk} \in Z_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K.$$

Проблеми інформатизації  $M_{jk}$ , у свою чергу, умовно поділяють на зовнішні, що відносяться до розв'язання зовнішніх (екзогенних) стосовно предметної області задач (фор-

мування соціального замовлення на засоби комп'ютеризації; створення програмно-методичних засобів; засобів передачі, приймання, відображення інформації та ін.), і внутрішні (ендогенні), що забезпечують розв'язання задач  $\mathcal{Z}_j$  предметної області, тобто

$$\tilde{M}_{jk} \rightarrow \tilde{F}_{jk} \{ \tilde{f}_{jk}; \tilde{f}_{jk} \in \tilde{F}_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K,$$

$$\tilde{F}_{jk} \rightarrow \tilde{\mathcal{Z}}_{jk} \{ \tilde{\mathcal{Z}}_{jk}; \tilde{\mathcal{Z}}_{jk} \in \tilde{\mathcal{Z}}_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K,$$

які включають оптимальне керування виробництвом і планування, прогнозування і програмування процесів АТ по етапах ЖЦ [2].

Виникаючі проблеми в галузі інформатизації та в предметній області діяльності АТ відповідно до [3, 4] реалізуються за формулою системного аналізу:

<мета суспільства>  $\leftrightarrow$  <мета інформатизації та мета предметної області>  $\leftrightarrow$  <властивості об'єктів інформатизації>  $\leftrightarrow$  <функції, що забезпечують реалізацію властивостей>  $\leftrightarrow$  <задачі, що забезпечують реалізацію функцій>  $\leftrightarrow$  <підсистеми, що реалізують розв'язання множини задач>  $\leftrightarrow$  <характеристики (результати) розв'язання задач>.

Таким чином, структури інформатизації можуть бути відображені у виробничих структурах предметних областей діяльності. Найбільш раціональними з них є інформаційно-виробничі структури, що мають ієрархічний (багаторівневий) характер. Як правило, ці структури формуються шляхом інтегрування засобів інформатизації у виробничі структури предметних областей діяльності й організації оптимальної їх взаємодії із зовнішнім середовищем. При такому підході, з одного боку, враховуються вимоги й стан середовища, а з другого – формується соціальне замовлення на засоби інформатизації, що забезпечують високу ефективність функціонування виробничих процесів АТ.

Інформаційно-виробнича структура є об'єднанням інформаційної  $S_{uj}$  і виробничої  $S_{nj}$  складових (підсистем) системи, тобто

$$S_{un} = S_{uj} \bigcup_{j=1}^J S_{nj}, j = 1, \dots, J.$$

Ці структури забезпечують системність результатів розв'язання нових оптимізаційних задач в областях предметної діяльності зі зростаючими можливостями досягнення науково-

технічного прогресу на основі засобів інформатизації, тобто

$$\langle Str\Sigma_1 \rangle \leftrightarrow \langle Str\Sigma_2 \rangle,$$

де  $Str\Sigma_1, Str\Sigma_2$  – відповідно структури підсистем, що реалізують задачі в предметних областях діяльності і відповідних до них структурах інформатики.

Дослідимо основні принципи формування інформаційно-виробничих структур інформатизації АТ: цілісність, модельованість, цілеспрямованість, системна ефективність, логіко-інформаційна реалізованість (рис. 1).

**Принцип цілісності.** Принцип цілісності характеризує цілісність системи (предметної області), тобто в процесі композиції або декомпозиції система повинна розглядатися як єдине ціле. Реалізація цього принципу стосовно АТ вимагає обліку всіх взаємозв'язків як усередині системи, так і системи із середовищем.

Поняття цілісності базується на ряді властивостей. При формуванні структур інформатики визначаються системні властивості, формалізується їх постановка та механізми взаємодії.

Цей принцип забезпечує формування й накопичення інформації про системні властивості на всіх етапах ЖЦ, що сприяє оптимальній систематизації в процесі композиції й декомпозиції систем.

Припустимо, що система  $\Sigma$  має множину [4]  $Q = \{Q_j\}, j = 1, \dots, J$ , системних властивостей і всі властивості  $Q_i$  для визначеності мають величину. Нехай є  $R$  варіантів (способів) декомпозиції. При заданому способі декомпозиції

$(r \in R), \Sigma = \{\Sigma_n\}, n = 1, \dots, N$  ( $N$  – кількість підсистем в  $\Sigma$ ) і кожна підсистема характеризується скінченною множиною властивостей  $Q_n = \{Q_{nm}\}, m = 1, \dots, M$ , кожна властивість  $Q_{nm}$  має числову величину, тобто є індивідуальною. Множина властивостей усіх  $N$  підсистем системи  $\Sigma$  при  $r$ -й декомпозиції  $Q_r = \{Q_n\}, n = 1, \dots, N$ . У процесі функціонування підсистеми  $\{\Sigma_n\}$  породжується скінченна множина системних процесів  $P_r = \{P_{rj}\}, j = 1, \dots, J; P_{rj} = F_{rj}(Q_{r,t})$ .

Системну властивість  $Q_j$  можна відобразити функціоналом  $\psi_i$  від процесів, що проходять у системі  $Q_j = \psi_{rj}(F_r(t), T) t \in T$ .

Як результат принцип цілісності виражається такою залежністю:

$$(\forall r, \Sigma) \left[ \exists! \{Q(\Sigma) = (Q_j(\Sigma))\}, \right. \\ \left. j = 1, \dots, J, Q_j \cap Q_r = \emptyset \right].$$

**Принцип модельованості.** Принцип модельованості полягає в тому, що складна система [4, 5] може бути представлена скінченною множиною моделей, що дозволяють досліджувати окремі властивості або систему в цілому. Реалізація цього принципу в процесі створення інформаційних технологій на АТ

дозволяє на ранніх етапах ЖЦ (НДР, проектування) отримати предметно-орієнтовані моделі об'єктів, процесів та їх властивостей, а також досліджувати їх поведінку з урахуванням різних аспектів функціонування в реальному фізичному середовищі. Предметно-орієнтовані моделі процесів і об'єктів інформатизації, як правило, повинні бути адаптивними. Адаптація цих моделей базується на постулатах, описаних в [4].

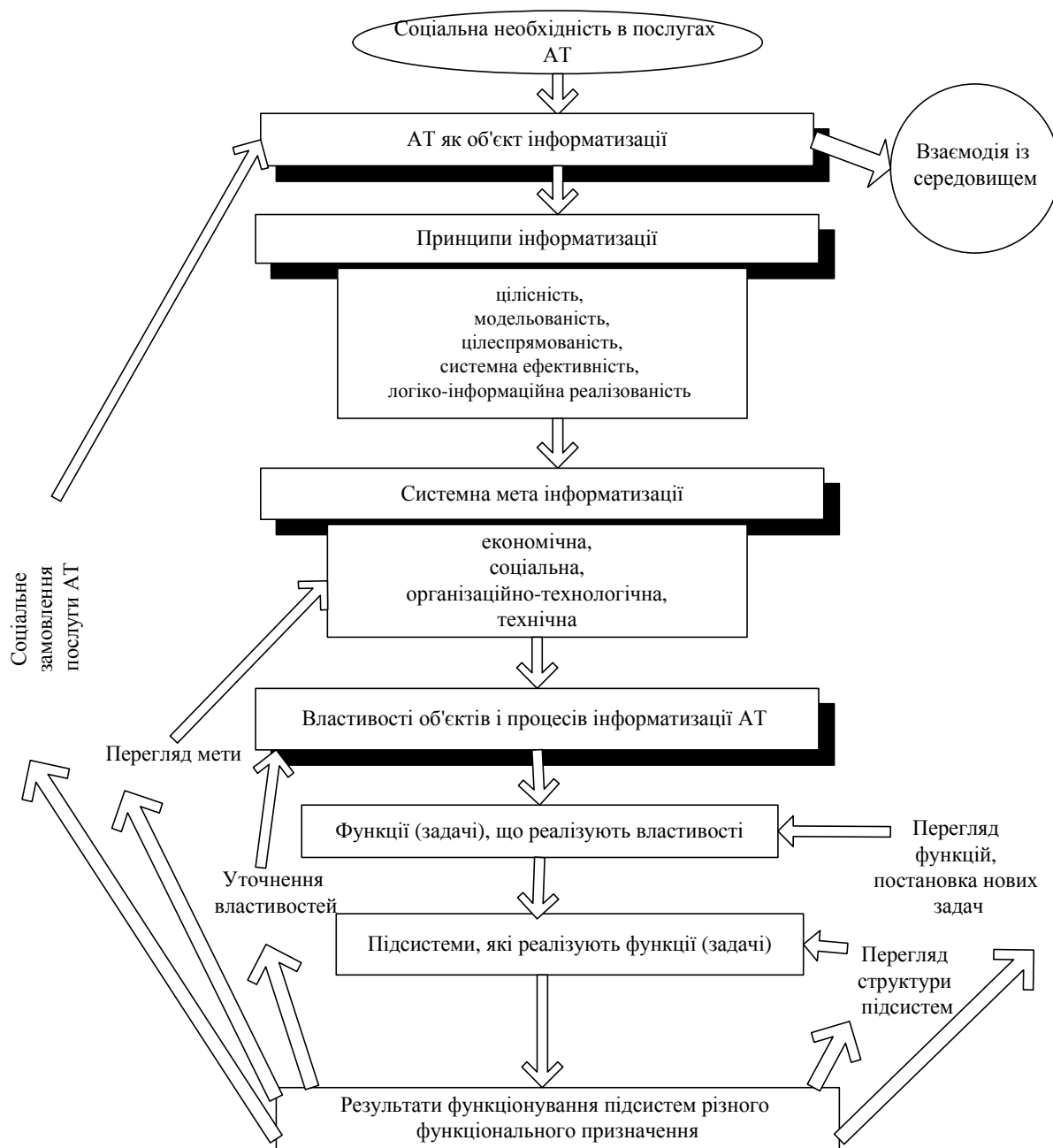


Рис. 1. Схема алгоритму логіко-інформаційної реалізованості інформаційно-виробничої інфраструктури АТ

**Принцип цілеспрямованості.** Принцип цілеспрямованості характеризує здатність (в заданих межах) системи  $\Sigma$  управляти своєю ентропією при впливі на неї зовнішнього середовища. Цей принцип забезпечує досягнення системою наміченої мети за рахунок оптимізації вибору відповідних стратегій керування.

**Принцип системної ефективності.** Принцип системної ефективності реалізується шляхом оптимального вибору єдиної сукупності властивостей системи  $\Sigma$  і забезпечення їх досягнення на всіх етапах ЖЦ. Структура показників, що характеризують властивості системи  $\Sigma$  на усіх етапах її ЖЦ, формується як результат аналізу логічних схем, їх взаємодії й ступеня впливу нових інформаційних технологій та методології прийняття рішень на ранніх стадіях проектування й впливу діяльності наукових і проектних підприємств на економіку галузі.

Критерії системної ефективності формуються в процесі постановки й розв'язання задач  $Z_{jk}$ ,  $\tilde{Z}_{jk}$  як відповідно до інформаційних технологій, так і в предметній області діяльності [6, 7].

Множина критеріїв оптимізації в процесі розв'язання задач  $Z_{jk}$ ,  $\tilde{Z}_{jk}$  становить міру оцінювання системної ефективності, тобто  $E_c = \{E_{jk}\}$ ,  $j = 1, \dots, J$ ;  $k = 1, \dots, K$ , де  $E_c$  – багатовимірний вектор.

Вибір критеріїв  $E_{jk}$  з деякої множини є складною проблемою, що базується на постулатах достатності й ненадмірності вектора  $E_c$ . Логічна структура (логіко-функціональна модель) критеріїв формується, виходячи з логічної структури задач. Застосування для системної оптимізації моделей цього класу забезпечує системне пов'язування в єдину оцінно-критеріальну систему різномірних показників якості функціонування об'єктів, процесів і систем на всіх етапах ЖЦ АТ, що дозволяє одержувати і оперативно реалізовувати оптимальні управлінські рішення.

**Принцип логіко-інформаційної реалізації.** Принцип логіко-інформаційної реалізації полягає в послідовній реалізації стратегій «з минулого в сьогодення» (аналіз) і «із сьогодення в майбутнє» (синтез). Розглядаючи окремі етапи інформатизації, простежується діалектична спіраль розвитку об'єктів, процесів і систем інформатики, керування процесами їх розробки, виготовлення й експлуатації. Перший виток діалектичної спіралі забезпечує

інформаційний зв'язок між функціонуванням процесів, об'єктів і систем інформатизації в минулому та підприємствами, організаціями й установами, що забезпечують створення й удосконалювання в майбутньому.

**Висновки.** Прогрес інформаційних технологій у транспортній інфраструктурі вбачається в створенні баз даних, необхідних для розв'язання задач, що включають: розробку інформаційної технології цільового використання об'єктів і процесів інформатизації; забезпечення оптимального функціонування АТ; оптимізацію процесів експлуатації АТ та формування сукупності нових проектних рішень. Етапи ЖЦ АТ повинні вирішувати такі задачі: вибір оптимального варіанта технологічних процесів створення і систем інформатизації, оптимального керування й планування процесів предметної області діяльності, забезпечення заданого рівня якості, оптимізації процесів витрати трудових, матеріальних, фінансових, інформаційних та інших ресурсів, постійний розвиток і вдосконалювання виробничо-технологічної бази виробництва.

Стратегія «із сьогодення в майбутнє» забезпечить формування розв'язків і властивостей об'єктів, процесів і систем інформатики на єдиній основі творчого задуму, прогностичних оцінок, передового (світового) досвіду й результатів моделювання процесів їх створення на всіх етапах ЖЦ АТ.

### Список літератури

1. Гриценко В. И. Информационная технология управления ремонтным производством. Социально-экономические аспекты / Гриценко В. И., Тимченко А. А., Левковец П. Р. – Киев, 1989. – 22 с. – Препринт АН УССР, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова ; 89-40.
2. Системна ефективність на транспорті / [П. Р. Левковець, Ю. М. Гедзь, О. В. Канарчук та ін.]. – К. : НТУ, ІЕБТ, 2002. – 216 с.
3. Тимченко А. А. Структурний синтез законів управління / А. А. Тимченко, М. В. Підгорний, О. В. Тьорло : зб. матеріалів XV Міжнар. конф. з автоматичного управління (Автоматика – 2008). – Одеса, 2008. – С. 941–944.
4. Тимченко А. А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів : підручник : у 2 кн. / А. А. Тимченко ; за ред. В. І. Бикова. – К. : Либідь,

2000. – Кн 1. Основи САПР та системного проектування складних об'єктів. – 272 с.
5. Тимченко А. А. Научные основы и методы управления в задачах автоматизированного проектирования логико-динамических систем : дисс. ... доктора технических наук. – К. : ИК АН УССР, 1988. – 480 с.
  6. Тимченко А. А. Системний аналіз задач синтезу структури системи метрологічного забезпечення автомобільного транспорту / А. А. Тимченко, М. В. Підгорний, В. В. Бойко / Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2009 : сб. науч. трудов междунар. науч.-практ. конф. – Одесса, 2009. – С. 76–78.
  7. Подгорный Н. В. Синтез системы зажигания автомобиля с использованием активатора топлива / Н. В. Подгорный // Пожарная безопасность: теория і практика : зб. наук. праць. – Черкаси : АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2013. – № 14. – С. 85–87.
  2. Levkovets, P. R, Gedz, Y. M, Kanarchuk O. V. et al. (2002) System efficiency in transport. Kyiv: NTU, IEBT, 216 p.
  3. Tymchenko, A. A., Pidhorny, M. V. and Tyorlo O. V. (2008) Structural synthesis of control laws. *Proceedings of the XV International Conference on Automatic Control (Automation – 2008)*. Odessa, pp. 941-944.
  4. Tymchenko, A. A. (2000) Fundamentals of system design and system analysis of complex objects: in 2 books. Book 1. Fundamentals of CAD and system design of complex objects. In Bykov V. I. (Ed.). Kyiv: Lybid', 272 p.
  5. Tymchenko, A. A. Scientific bases and methods of control in automated designing of logical and dynamic systems: DPhil in technical sciences. – Kyiv: IK AN USSR, 480 p.
  6. Timchenko, A. A., Pidhorny, M. V. and Boyko, V. V. (2009) System analysis of structural synthesis tasks of the system of metrological support for motor-car transport. *Modern problems and the ways of their solution in science, transport, manufacturing and education 2009: the collection of scient. works of international scient.-pract. conf.* Odesa, pp. 76-78.
  7. Podhorny, N. V. (2013) The synthesis of car ignition system with the use of fuel activator. *Fire safety: theory and practice: collected works.* Cherkasy: APB named after Chernobyl Heroes, (14), pp. 85-87.

#### References

1. Gritsenko, V. I., Tymchenko, A. A. and Levkovets P. R (1989) Information technology of repair enterprise control. Socio-economic aspects. Kiev, 22 p. Preprint AN USSR, In-t of cybernetics named after V. M. Glushkov, 89-40.

*Стаття надійшла до редакції 27.01.2014.*

**M. V. Pidhorny, Ph.D.**, associate professor of the department  
of vehicles and technologies of their operation  
Cherkasy State Technological University  
Schevchenko blvd, 460, Cherkasy, Ukraine, 18006  
[pmv1971pmv@gmail.com](mailto:pmv1971pmv@gmail.com)

#### THE INFORMATIZATION OF PRODUCTION PROCESSES OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE

*The main directions of the informatization of production and transport management processes are considered in the article. The efficiency of solving of complex operational and communication tasks of motor-car transport at the stage of society informatization is shown. The principles of the informatization of objects and transport systems process are described and the requirements, regarding the choice of criteria of efficiency and quality of functioning of complex service information (expert) and served (production) systems, are formed. The basic problems of system researches gnosiology are revealed. The results of the research of processes of automation of modern informative systems are considered. New approach in the research of logical-dynamic systems from the point of view of the theory of reflection is stated. Generalized system model as an effective means of the solution of intricate problems of planning and management is considered.*

**Key words:** transport infrastructure; informatization technologies; system efficiency.