

Підгорний М.В.

Черкаський державний технологічний університет

Лук'янченко О.Ю.

Черкаський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК КОМПЛЕКСУ ЗАВДАНЬ ПРОГРАМУВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Викладено новий підхід до методології системного проектування під час дослідження інформатизації логістичних процесів автотранспортного підприємства. Викладено основні напрями інформатизації процесів виробництва й управління на транспорті, показана ефективність вирішення складних експлуатаційно-комунікаційних завдань автомобільного транспорту на цьому етапі інформатизації суспільства. Описано принципи інформатизації об'єктів і процесу транспортних систем і сформовано вимоги до вибору критеріїв ефективності та якості функціонування складних обслуговуючих інформаційних (експертних) і таких, що обслуговуються (виробничих), систем. Приведено узагальнену системну модель як ефективний засіб розв'язання складних завдань інформатизації, планування та керування. 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 завдань планування та керування. Основою стратегічного курсу будь-якого транспортного підприємства, його базовим принципом має стати реалізація проектних та програмних заходів, спрямованих на запровадження інноваційної моделі розвитку, структурної перебудови та зростання економічного потенціалу. Підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту вимагає вирішити значну кількість наукових та прикладних завдань, які передбачають насамперед поліпшення управління на підприємствах транспорту. Один зі шляхів раціонального вирішення проблеми якості та ефективності логістичного сервісу перевезень вантажів та надання транспортних послуг полягає в її системному розгляді та оптимізації основних факторів цієї системи на основі розроблення та ефективної реалізації організаційних, методичних, технічних і інформаційних засобів управління.

Ключові слова: транспортна інфраструктура; інформаційні технології; логіко-динамічні системи; системна ефективність.

Постановка проблеми. Основою стратегічного курсу будь-якого автотранспортного підприємства, його базовим принципом має стати реалізація проектних та програмних заходів, спрямованих на запровадження інноваційної моделі розвитку, структурної перебудови та зростання економічного потенціалу. Підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту вимагає вирішити значну кількість наукових та прикладних завдань, які передбачають насамперед поліпшення управління на підприємствах транспорту. Один зі шляхів раціонального вирішення проблеми якості та ефективності логістичного сервісу перевезень вантажів та надання транспортних послуг полягає в її системному розгляді та оптимізації основних факторів цієї системи на основі розроблення та ефективної реалізації орга-

нізаційних, методичних, технічних і інформаційних засобів управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведеними дослідженнями [1; 2] встановлено, що мають місце недоліки у сфері управління виробничими процесами автотранспортного підприємства (АТП). До складу таких недоліків можна віднести: відсутність єдиного системного підходу до формування та реалізації управлінських рішень у ринкових умовах функціонування підприємства; значні втрати через відсутність своєчасної та достовірної інформації про стан об'єктів та процесів АТП; недостатній рівень якості функціонування окремих процесів АТП; недостатню кількість впроваджених інформаційно-технологічних систем керування виробництвом. Ці недоліки можливо усунути за допо-

могою модернізації існуючої системи управління АТП із застосуванням координованості з формування управлінських рішень та підвищення ефективності функціонування парку автомобілів.

Постановка завдання. Основні завдання інформатизації на автотранспортному підприємстві полягають у створенні наукового організаційно-технологічного потенціалу, що забезпечує на єдиній логіко-інформаційній основі розв'язок завдань підвищення ефективності і 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'язок значної кількості технічних, технологічних, організаційних, економічних і соціальних завдань. Науковою основою дослідження є теорія логіко-динамічних систем, методологія та технологія системного проектування об'єктів нової техніки (ОНТ), методологія програмування життєвих циклів ОНТ, теорія обслуговування, ефективності та результативності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Логістичні процеси як об'єкт керування – багатозв'язана динамічна система, життєвий цикл (ЖЦ) якої може бути описаний системою диференціальних рівнянь, які характеризують зміну стану системи, забезпечують наявність потрібного продукту праці в необхідній кількості, в необхідному місці, в необхідний час. Для оптимізації процесів обслуговування слід розглядати АТП як систему, яка складається з обслуговуючої системи та системи, що обслуговує. Системне проектування визначає ці твердження як процес побудови складних об'єктів, орієнтованих систем у базисах системних властивостей, системних ресурсів та структурах життєвих циклів ОНТ.

Результатом такого підходу є створення в подальшому та впровадження в широкі експлуатаційні процеси системних інформаційних технологій з інтегрованими властивостями, котрі дають можливість оптимізувати загальносистемні характеристики та системні ресурси під єдину систему вимог. За виконання умови постійності цільової функції управління можливі різних методи координованості.

Задача координованості. Розглянуто методи координації, які можна використовувати верхньою одиницею (вищим керівництвом АТП) за

узгодженості мети верхньої одиниці з цілями локальних одиниць (функціональних підрозділів АТП). Існує низка методів координації, що розрізняються використовуваним інструментом координації [2; 3].

Застосуємо координацію прямим методом. Суть координації прямим методом полягає в тому, що координатор, вирішуючи власне завдання оптимізації, надає певні значення $y_{d_i}, u_{d_i}, r_{d_i}$ всім взаємозв'язаним змінним y_i, u_i, r_i для $i = 1, \dots, N$. При цьому задача, що вирішується на верхньому рівні, представлена у вигляді:

$$Q = \Psi \left(Q_1(y_d, r_d, z_i), \dots, Q_N(y_d, r_{d_N}, z_i) \right),$$

$$i = 1, \dots, N. \quad (1)$$

Інший підхід полягає в організації ітеративної процедури між одиницями верхнього (вище керівництво АТП) і нижнього (функціональні підрозділи АТП) управлінських рівнів. При цьому координатор формує деякі значення (y_d, r_d) й отримує відгуки підсистем нижнього рівня у формі значень їх функцій корисності $Q_i(y_d, r_d, z_i)$, не знаючи ні виду функцій $Q_i(y_d, r_d, z_i)$, ні значень z_i . У цьому разі локальні задачі нижнього рівня приймають вигляд:

$$Q_i^p = Q_i(c_i, u_i, z_i) - K_i(y_i - y_d), \quad i = 1, \dots, N \quad (2)$$

Задача оптимального керування. Ставиться задача пошуку законів керування логістичними процесами як багатозв'язною системою у вигляді диференційного рівняння, аргументами є програмні змінні бажаного розвитку логістики. Під час формування програмних змінних використовуються ідеї функціонального керування.

Для вирішення задачі оптимального керування використовуємо метод обернених операторів, який розглядається на прикладі управління в одному з каналів багатозв'язною системою x_i . Будемо вважати, що задача керування розв'язана, якщо змінні розвитку будуть відповідати програмним (заданим), тобто виконується вимога відповідності параметрів розвитку та їх програмних завдань. Подальший структурний опис функціонування системи керування під час його реалізації у загальному випадку потребує опису базисних елементів, визначення векторів вхідних і вихідних змінних для кожного з елементів, їх сукупності та для системи загалом як їх з'єднання. Повинна міститися також інформація про спосіб з'єднання елементів [4].

Така система характеризується такими елементами: елементами входу системи $y_1 \dots y_m$ (структура передачі вхідних впливів системи на сукупності

елементів); елементами керування підсистемами $u_1 \dots u_m$ (власне структура системи); елементами збурення $\lambda_1 \dots \lambda_n$; елементами виходу системи $x_1 \dots x_n$, які реалізують закон керування.

Інформатизація логістичних процесів з погляду застосування інформаційної технології (ІТ системний підхід) – це методологія побудови інформаційних технологій логістики як цілеспрямованих систем у базисах системних властивостей, системних ресурсів та структурах життєвих циклів інформаційних технологій. Нині системний підхід розвинутий щодо логістичних технологій, що характеризуються складністю задач, які розв'язуються, і необхідністю розгляду проблеми загалом.

У будь-якій логістичній технології існує два основних і різних за роллю процеси: основний процес; зворотний зв'язок, а також вхід, вихід і обмеження.

Поняття процесу є центральним поняттям системного підходу у вирішенні проблеми, що є різницею між існуючим і бажаним станом логістичної технології. Основне застосування системного підходу укладено не стільки у формальному математичному апараті, що описує «інформаційно-комунікаційну технологію», «рішення проблеми», і не в спеціальних математичних методах, а в його концептуальному, тобто понятійному, апараті, у його ідеях, підході.

Систематизація і оптимізація як складові частини впровадження основ інформатизації АТП, 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 складниками науково-технічного прогресу в сучасних умовах. Проблеми інформатизації в цих умовах повинні розкриватися у взаємозв'язку одночасно із проблемами предметної сфери діяльності, тобто в структурі категорій [1, 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 АТП можуть бути сформульовані у вигляді деякого дерева цілей $\chi \{ \chi_j \}$, то проблеми інформатизації є потужним засобом їх досягнення, наприклад, у вигляді деяких функцій і процедур. У цьому разі реалізується пара системного підходу <цілі>-<засоби їх досягнення>.

Проблеми та задачі інформатизації АТП. Дослідимо послідовно ці задачі. Мета транспортної інфраструктури – задоволення народногосподарського комплексу відповідно автомобільними перевезеннями вантажів і пасажирів. Проблеми АТ 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'язку яких формується структура відповідних функцій і задач:

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

$$F_{jk} \rightarrow Z_{jk} \{ z_{jk} : z_{jk} \in Z_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K \}. \quad (3)$$

Проблеми інформатизації M_{jk} умовно поділяють на зовнішні, що відносяться до розв'язку зовнішніх (екзогенних) стосовно предметної сфери задач (формування соціального замовлення на засоби комп'ютеризації; створення програмно-методичних засобів; засобів передачі, приймання, відображення інформації тощо), і внутрішні (ендогенні), що забезпечують розв'язок задач Z_j предметної сфери, тобто

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

$$\tilde{F}_{jk} \rightarrow \tilde{Z}_{jk} \{ \tilde{z}_{jk} : \tilde{z}_{jk} \in \tilde{Z}_{jk}; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K \}, \quad (4)$$

які включають оптимальне керування й планування виробництвом, прогнозування й програмування процесів АТ по етапах ЖЦ [5].

Проблеми в галузі інформатизації та у предметній сфері діяльності АТ відповідно до [2; 3; 5] реалізуються за формулою системного аналізу <мета суспільства> \longleftrightarrow <мета інформатизації та мета предметної області> \longleftrightarrow <властивості об'єктів інформатизації> \longleftrightarrow <функції, що забезпечують реалізацію властивостей> \longleftrightarrow <задачі, що забезпечують реалізацію функцій> \longleftrightarrow <підсистеми, що реалізують розв'язок множини задач> \longleftrightarrow <характеристики (результати) розв'язку задач>.

Таким чином, структури інформатизації можуть бути відображені у виробничих структурах предметних сфер діяльності.

Життєвий цикл інформатизації логістичної технології – цільова структура етапів перетворення ІТ, що об'єднує чотири основні етапи: наукове дослідження, проектування, створення та програмувану експлуатацію як логіко-інформаційної основи інтеграції інформаційної технології: формування ідеї, дослідження інформаційних технологій, створення інформаційно-телекомуні-

каційної технології, експлуатації, зняття з експлуатації [6].

Можливо було б розглядати багато різноманітних проблем із різних сфер діяльності; зупинимося на одній із науково-технічних: <підвищення ефективності процесів та якості результатів>.

Системний підхід до управління життєвим циклом логістичної технології як складної системи містить у собі два основних етапи: етап зовнішній та етап внутрішній.

Перший етап включає вибір функцій, структуру інформаційно-комунікаційної технології і її складу, а також визначення системних характеристик і принципів функціонування підсистем, причому основними питаннями першого етапу є:

- розроблення системи критеріїв (якості функціонування й оцінки варіантів логістичних процесів);
- побудова архітектури (складу) інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП;
- дослідження реалізованих алгоритмів керування для прийнятої системи критеріїв;
- формалізація процесів функціонування логістики АТП;
- розроблення математичної моделі інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП;
- синтез і дослідження оптимальних режимів функціонування інформаційно-комунікаційної технології.

Другий етап виключає вибір і проектування компонентів логістичної технології, тобто її підсистем і агрегатів. Основне завдання другого етапу полягає в розробленні проектних рішень, пов'язаних із технічною реалізацією інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП, оптимізацією характеристик, параметрів інформаційно-комунікаційної технології, на основі прийнятої математичної моделі, що задовольняє критеріям якості.

Під час застосування *логіко-дедуктивного методу*, описаного в [1; 6], проектування інформаційно-комунікаційної технології розглядається як деякий процес послідовної побудови проектних рішень $R_i \in R$, в якому із рішення R_k попередньої задачі S_k формулюється обмеження S_{k+1} , або початкова інформація A_{k+1} у процедурі розв'язання T_{k+1} наступного етапу.

У дедуктивному методі кожне з проміжних рішень R_k^l задачі S_k є розгалуженим деревом варіантів відносно задач $S_l, l > k$, що розв'язуються на наступному етапі.

Еволюційно логістичну технології аналогічну системі [3] можна виразити таким чином:

$$\Sigma = \left(E, (\omega_\alpha)_{\alpha \in A}, (Z_\tau(s))_{s \in S, \tau \in T}, (f_{\alpha\tau})_{\alpha \in A, \tau \in T}, (\chi_{\alpha\tau})_{\alpha \in A, \tau \in T}, (J_{\alpha\tau})_{\alpha \in A, \tau \in T}, \chi, J \right), \quad (5)$$

де E – множина елементів; (ω_α) – сімейство структур, що реалізуються в Σ ; $(Z_\tau(s))$ – сімейство просторів сигналів; $(f_{\alpha\tau})$ – сімейство операторів елементів системи E ; $\chi_{\alpha\tau}, \chi$ – простори цілей; $J_{\alpha\tau}, J$ – цільові функції.

У подальшому ЖЦ інформаційно-комунікаційної технології виконується по схемі системного підходу (структуризація, формалізація, цілеорієнтація) з метою одержання результатів відповідно до переліку математичних моделей будови, функціонування та еволюції.

Комплекс засобів підтримки інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП складається із сукупності засобів методичного, організаційного, інформаційного, програмного й технічного забезпечень відповідно до [5]. Різні види забезпечень інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП взаємозв'язані, і задачу багатопланової оптимізації можна звести до однопланової за рахунок їх ранжування та впорядкування, а також взаємозв'язного відображення. Застосовуючи системну модель до різних видів забезпечень інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП, її можна упорядкувати в таку логічну послідовність (рис. 1):

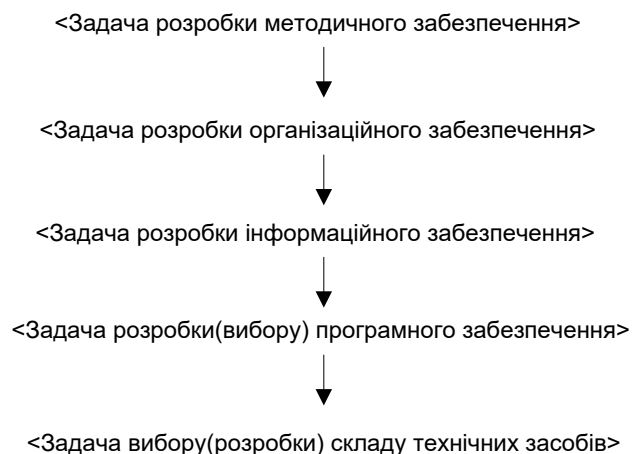


Рис. 1. Логічна послідовність інформаційно-комунікаційної технології логістики АТП

Формальна постановка задач вибору забезпечень є підґрунтям для автоматизації процесу логістичних операцій. Вважається, що задано таке:

а) Архітектура виду забезпечення, що є система $\Sigma = (A, \omega)$, де ω – структура виду, що характеризується парою $(\phi, \psi) \in \omega$, де $\phi: A \rightarrow B(N)$, $\psi: A \rightarrow B(N)$.

Позначимо:

$U = (a \in A\phi(a)) / (a \in A\psi(a))$ – вхід системи (інформаційно-комунікаційної технології);

$S = (a \in A\phi(a))(a \in A\psi(a))$ – множина зв'язків (інформаційно-комунікаційної технології);

$U = (a \in A\psi(a)) / (a \in A\phi(a))$ – вихід системи (інформаційно-комунікаційної технології),

причому $V = S / (U \cup W)$. Будемо також вважати, що $W = \{\omega_0\}$.

б) Сукупність E елементів виду забезпечення та відповідність $H : E \rightarrow A$, що визначає для кожного елементу $e \in E$ його місце $H(e)$ в структурі виду забезпечення. Вважаємо, що H сюр'єкція – множина E елементів створює «повне покриття» архітектури виду забезпечення.

в) Сімейство $(\lambda_e)_{e \in E}$ відображень $\lambda_e : R_{+Card(\phi(H(e)))} \rightarrow R_{+Card(\psi(H(e)))}$, що визначають для кожного $e \in E$ та інформаційного вектору

$\bar{\mu} = (\bar{\mu}(\zeta)), \zeta \in \phi(H(e))$ на вході $\phi(H(e))$ елемента e інформаційний вектор $\lambda_e(\bar{\mu})$ на вході $\psi(H(e))$ елемента e .

Висновки. Узагальнення досвіду проектування складних систем дало можливість комплексно представити управління життєвим циклом інформатизації логістичних процесів. Тепер задачі побудови інформаційно-комунікаційних технологій логістики АТП можуть бути забезпечені потужним арсеналом системних методів досліджень, у яких закладено потенціал аналітичної підтримки представлення та розв'язання слабкоструктурованих задач.

Комплексна автоматизація процесів функціонування АТП з погляду обслуговуючої системи та системи, що обслуговує, метод координації формування управлінських рішень у дворівневій системі організації управління АТП дають змогу створити раціональну технологію моніторингу організації перевезень. Запропонований підхід за більш детального дослідження в подальшому дасть можливість підвищити ефективність розроблення всіх видів забезпечення для ефективності управління життєвим циклом інформатизації логістичних процесів.

Список літератури:

1. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник / За ред. В.І. Бикова. Київ: Либідь, 2000. 272 с.
2. Підгорний М.В. Інформатизація виробничих процесів транспортної інфраструктури. *Вісник Черкаського державного-технологічного університету*. Черкаси, 2014. № 1. С. 14–20.
3. Тимченко А.А. Підгорний М.В. Мельник В.П. Бойко В.В. Проектування систем моніторингу транспортування небезпечних вантажів. *Автоматика – 2017*: зб. тез доп. XXIV міжнар. конф. з автоматичного управління, м. Київ, 13–15 вересня 2017 р. Київ, 2017. С. 190–191.
4. Підгорний М.В. Впровадження системних досліджень в логістичні процеси. *Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців*: наукові праці міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 19–20 жовтня 2017 р. Харків, 2017. С. 38–41.
5. Підгорний М.В. Веретюк С.М. Системний підхід до управління життєвим циклом інформаційно-комунікаційної технології. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава, 2021. Вип. 1(63) С. 100–103.
6. Підгорний М.В., Лукянченко О.Ю. Системне проектування логістичних ланцюгів постачань. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. Харків, 2016. Вип. 74. С. 12–16.

Pidhornyy M.V., Lukianchenko O.Yu. INFORMATIZATION OF LOGISTIC PROCESSES AS A COMPLEX TASK OF PROGRAMMING A LIFE CYCLE OF THE MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

Expounded a new approach in the study of logic-dynamic systems. Main directions of informatization processes of production and transport management are described in the article. The efficiency of solving of complex operational and communication tasks of the motor-car transport is shown at this stage of society informatization. The principles of objects and the process of transport systems informatization are set forth and the requirements regarding the criteria of efficiency and quality of complex service information (expert) and served (production) systems are formed. Powered generalized system model as an effective tool for solving complex problems of planning and management. The basic questions of gnosiology of system researches are exposed. The results of research of processes of automation of the modern informative systems are considered. New approach is expounded in research of the logical-dynamic systems from position of theory of reflection. The generalized system model as effective mean of decision of intricate problems of planning and management is resulted. The basis of the strategic course of any transport company, its basic principle should be the implementation of project and program activities aimed at introducing innovative model of development,

structural adjustment and growth of economic potential. Improving the efficiency of road transport requires a significant amount solve scientific and applied problems that involve, first, improving management in enterprises of transport. One way to solve the problem of rational quality and efficiency of logistics services transport cargo and transport services is its systematic review and optimization of the main factors of the system based on the development and effective implementation of organizational, methodological, technical and information management tools.

Key words: *transport infrastructure, information technology, logical and dynamic systems, system efficiency.*