

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.98-112>

УДК 629.017: 656.135

**О.П. Сакно**<sup>1</sup>, к.т.н., доц.**Т.М. Колеснікова**<sup>1</sup>, к.т.н., доц.**В.П. Олло**<sup>2</sup>, к.пед.н.**Є.П. Медведєв**<sup>3</sup>, к.т.н.**Д.Л. Мойся**<sup>4</sup>, к.т.н.<sup>1</sup>ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,  
м. Дніпро, Україна<sup>2</sup>Військова академія (м. Одеса), Україна<sup>3</sup>Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля»,  
м. Сєвєродонецьк, Україна<sup>4</sup>СТО «Garanto», м. Дніпро, Україна

## СИНТЕЗ УПРАВЛІННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Кожна система (автотранспортна система) взаємодіє з середовищем, в якій вона функціонує, отримуючи керуючі впливи від суб'єкта управління. Це система «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації». Створена структурно-функціональна схема зв'язку в системі «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації». Вона дозволяє задовольняти сучасним вимогам Regulation (EU) 2019/631 щодо забезпечення екологічності транспорту. Проаналізовані фактори, що впливають на систему: характеристики та системи автомобіля, кліматичні й дорожні умови, стиль водіння, технічне обслуговування автомобіля. Розглянуто шляхи підвищення ефективності експлуатації автомобілів на основі виявлення внутрішніх факторів (ресурс), стану системи технічного обслуговування на підприємстві та напрями реалізації сучасних нових технологій в сфері обслуговування. Представлені складові якості системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації», які залежать від організації і функціонування системи. Це складові стійкості, керованості системи, здатність системи вирішувати завдання та змінювати структуру чи параметри. Залежно від дослідження системи в ході проблемного аналізу можна встановити рівень її якості. При дослідженні процесів системи фактори відображені у вигляді зовнішніх і внутрішніх змінних. Визначається проблема, яка змінює функціонування системи, оцінюється за допомогою діагностики в процесі технічного обслуговування. Розглянуті фактори, що характеризують властивості системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації». Представлено «дерево цілей» для ефективної реалізації функціонування автотранспортної системи. Ефективність управлінського рішення при організації системи визначається сукупністю приватних критеріїв і тому потрібно вибирати управлінські рішення так, щоб кожному з приватних критеріїв забезпечити більшого значення.

**Ключові слова:** автомобіль, автотранспортна система, технічна експлуатація, система технічного обслуговування

### Постановка проблеми

Як свідчить досвід передових країн світу, тенденції розвитку автомобілів за останні роки значно змінилися, отже виникає необхідність розробки пропозицій щодо підвищення ефективності їх технічної експлуатації. Робота щодо ефективності автотранспортної системи полягає в синтезу взаємодії людини з автотранспортним засобом (АТЗ) в умовах зовнішнього середовища експлуатації.

### Аналіз останніх досягнень і публікацій

Постановка завдань, що вирішуються з метою дослідження проблеми підвищення ефективності системи технічного обслуговування і ремонту (ТОіР), показує необхідність побудови моделей, що відображають основні властивості системи ТО, як складних розвиваються цілеспрямованих ієрархічних систем, що включають підсистеми різного призначення, зв'язку між якими непостійні в часі і просторі.

Конкретна реалізація системи ТОіР залежить від стадії і покоління розвитку АТЗ. Аналіз системи ТОіР показує, що дослідження їх властивостей в прямому аналітичному вигляді можливо тільки в найпростіших ситуаціях. Даний висновок відповідає положенням, викладеним в [1-2].

Слід зазначити, що форми проведення досліджень досить різноманітні [3-4] і до теперішнього часу не існує універсальної рецептурної схеми їх проведення.

У сучасних дослідженнях було ретельно оцінено кілька факторів на ефективність експлуатації АТЗ, такі як вплив температури навколишнього середовища на холодний старт або вплив збільшення маси. Для деяких інших факторів, таких як дощ чи сніг, були дефіцитні дані, незважаючи на їх очевидний вплив на витрату пального автомобіля. Більшість авторів досліджують вплив цих факторів на викиди CO<sub>2</sub> та/або споживання палива під час експериментальних випробувань, проведених у дорозі або в лабораторії. У меншій мірі для кількісного визначення ефекту застосовують моделювання та інші аналітичні підходи. Однією з труднощів у об'єднанні всієї цієї інформації та отриманні кількісно оцінюваних результатів є відсутність спільної довідки. Дійсно, базові показники в кожному дослідженні різні, як і умови випробувань, і автотранспортний засіб, що досліджується.

### Постановка завдання

Мета даної роботи – синтез управління якістю функціонування транспортної системи. Актуальність досліджень пов'язана з необхідністю узагальнити функціонування системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації».

### Виклад основного матеріалу дослідження

Може виявитися корисним деякий перелік узагальнених положень, дотримуючись якого дослідник організує свою діяльність при вирішенні конкретної науково-технічної задачі, розділяючи її на етапи, наприклад, на основі інженерно-кібернетичного підходу (рисунок 1). Нижче наведено перелік таких положень, орієнтованих на узагальнену схему дослідження проблеми підвищення ефективності системи ТОіР АТЗ [5].

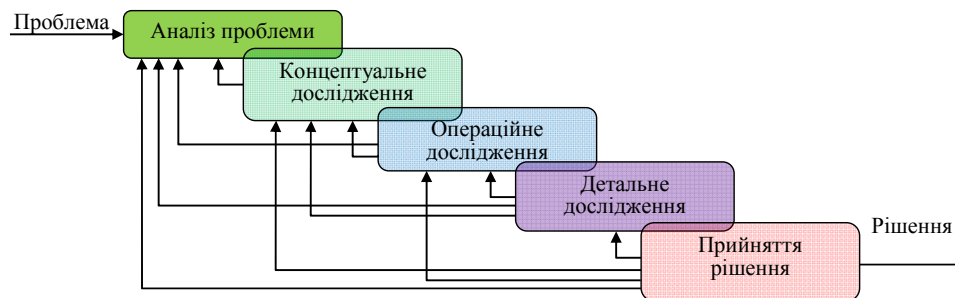


Рис. 1. Основні етапи дослідження проблеми підвищення ефективності системи технічної експлуатації автомобілів

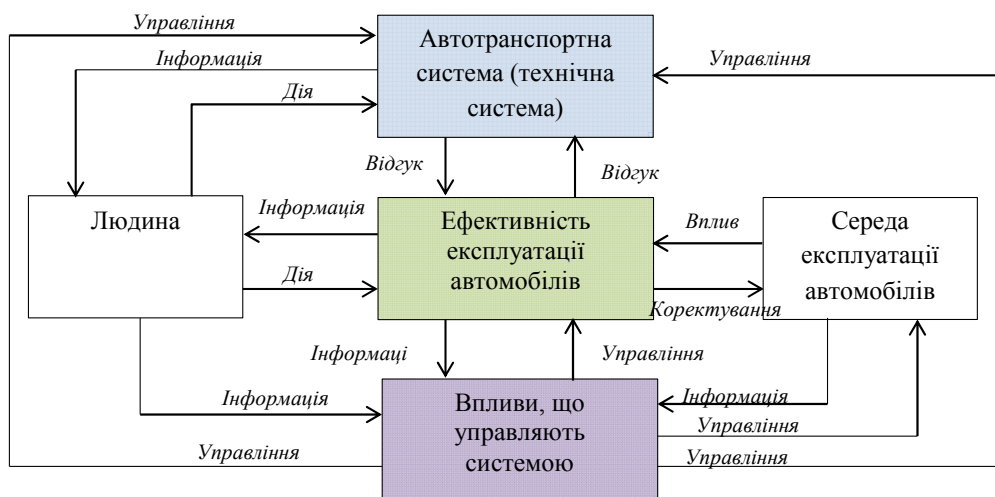
Стосовно до проблеми підвищення ефективності складних технічних систем в термінах системного аналізу важливе значення має поняття операції, проведення якої дозволяє здійснити переклад досліджуваного об'єкта з реального стану в бажане. Причому даний перехід бажано здійснити за доцільним способом, тобто «ефективно». У виборі даних коштів і полягає суть даного етапу. Прийmemo наступні аспекти:

- керуюча діяльність людини (керуючий орган), спрямована на організацію операції на основі вибору раціонального способу використання активних засобів для досягнення мети операції;
- активні засоби (ресурси), що знаходяться в розпорядженні керуючого органу і використовуються в операції відповідно до обраного способу (стратегією) управління;

– інші засоби (системи), що безпосередньо взаємодіють з активними засобами, до яких зазвичай відносять об'єкт впливу активних засобів (в нашому випадку система ТОiP), а також підручні засоби в розпорядженні інших розпорядників (наприклад кошти (система) матеріально-технічного забезпечення).

У загальному плані ці три складові відображають відповіді на питання як діяти, ніж діяти і на що впливати для досягнення поставленої мети операції [6].

Кожна автотранспортна система (або технічна система) взаємодіє з середовищем, в якій вона функціонує, отримуючи керуючі впливи від суб'єкта управління. Її доцільно розглядати як елемент системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації» («Л-АС-СЕ-ЕЕ»). Структурна схема цієї системи і функціональних зв'язків її елементів представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Структурно-функціональна схема зв'язку в системі «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації»**

Зміни складової «Автотранспортна система» в експлуатації АТЗ під впливом, з одного боку, «Середовище експлуатації», а з іншого – «Людина» у вигляді деякої функції відгуку передаються елементу системи «Ефективність експлуатації», оцінює ефективність з точок зору економічної, соціальної, технічної систем, надійності і безпеки руху. Ефективність експлуатації АТЗ є сполучною ланкою структури системи. На неї опосередковано надають впливу «Умови експлуатації» і «Людина». Ті з впливів, які позначаються негативно, можливо в тій чи іншій мірі компенсувати за допомогою керуючих впливів, спрямованих як на саму автотранспортних систему, так і на «Середовище експлуатації». Інформаційні потоки функціонально пов'язують практично всі елементи системи, причому до них, з певними застереженнями, можна віднести і дії, що управляють.

Дія – активний вплив суб'єкта на об'єкт, не обов'язково явне або зі зворотним зв'язком. Вплив – чиниться на який-небудь об'єкт і приводить до зміни його властивостей, положення тощо.

На систему «Л-АС-СЕ-ЕЕ» впливають:

а) фактори, що пов'язані з характеристиками та системами АТЗ. Ця категорія зосереджена на основних учасниках споживання енергії, які визначають витрату палива та викиди CO<sub>2</sub>, наприклад, транспортний засіб, маса, аеродинаміка, шини та допоміжні системи (17 квітня 2019 року the European Parliament and the Council прийняли Regulation (EU) 2019/631 про встановлення нових норм викидів CO<sub>2</sub> для автомобілів та мікроавтобусів. Новий регламент застосовується з 1 січня 2020 року [7]);

б) фактори, що пов'язані з екологічними та дорожніми умовами, включаючи такі фактори, як погодні умови, морфологія доріг та умови дорожнього руху;

в) фактори, що пов'язані з водієм АТЗ, такі як стиль водіння та ТОiP АТЗ.

Проведений вище аналіз процесів експлуатації, встановлених понять в області виробничих процесів дає можливість запропонувати класифікацію технічних процесів (рисунок 3).

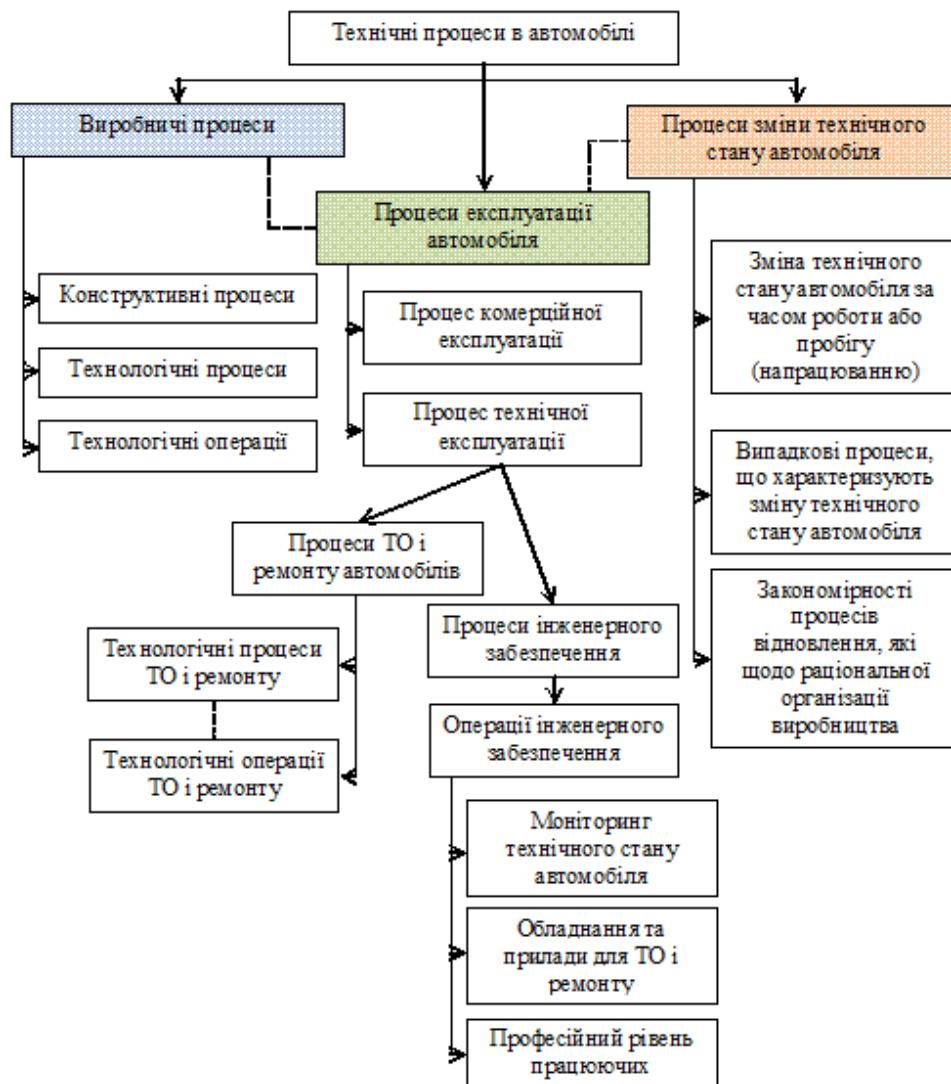


Рис. 3. Класифікація технічних процесів в процесі експлуатації АТЗ

З формальної точки зору будь-яка цілеспрямована діяльність являє собою обмін, в результаті якого сторона, яка проводить операцію, за яку він придбає для себе користь, тобто за одержуваний корисний ефект, розплачується деякою кількістю ресурсів (матеріальних, експлуатаційних, енергетичних, інформаційних, природних і т.д.) і витратами часу на досягнення бажаного результату [8]. Оскільки оперує сторона, якщо вона діє свідомо і раціонально, здійснює організацію та проведення операції так, щоб вказаний обмін був для неї гранично вигідним, то ефективність це не просто здатність системи досягти денотат, а й результативність її поведінки, що залежить від витрат всіх видів ресурсів і часу.

Умовно можна класифікувати теоретичні дослідження, що спрямовані на пошук шляхів підвищення ефективності функціонування великих систем, за належністю до 3-х великих класів (рисунок 4). Реалізація всіх трьох шляхів підвищення ефективності залежить від ступеня інформованості дослідника про зміни зовнішніх і внутрішніх факторів, що характеризують умови проведення операцій. Перші з них відображають вплив зовнішнього середовища, сприяючи (корисні фактори) або протидіючи (шкідливі фактори) успіху операції, а другі – взаємовплив рушійних сил всередині системи на хід і результат цілеспрямованої діяльності.



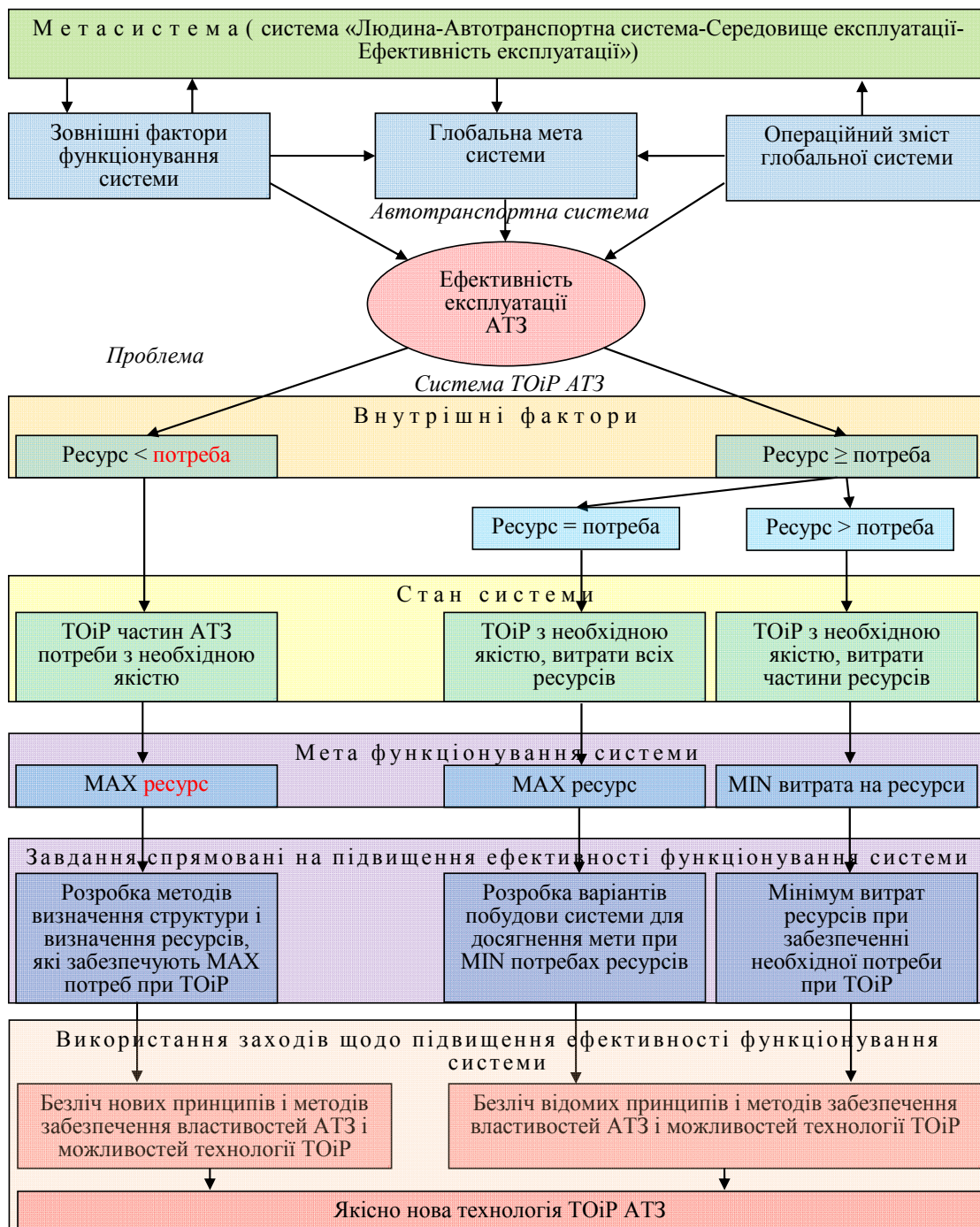


Рис. 4. Узагальнена класифікація шляхів підвищення ефективності експлуатації АТЗ

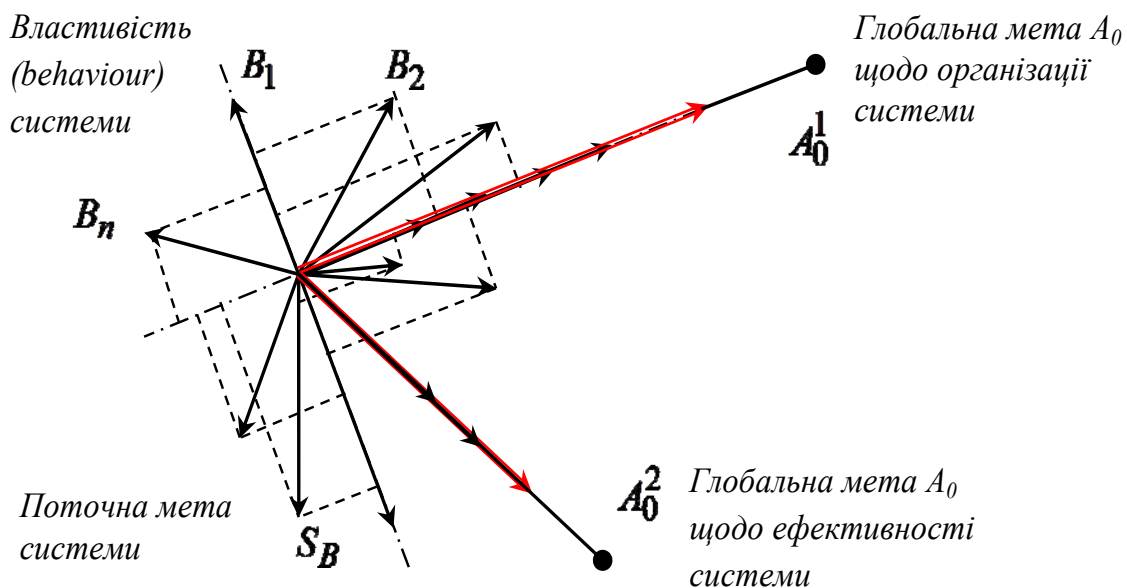
Ефективність функціонування системи ТОіР АТЗ визначається безліччю різних за своєю природою факторів, під кожним з яких розуміють рушійну силу будь-якого процесу (явища) або умова, яка впливає на той ефективності функціонування складних систем або інший процес (явище) [5].

Необхідно відзначити важливість внутрішніх факторів. Справа в тому, що існуючі в даний час уявлення про те, що мета однозначно визначає структуру системи, неоднозначні. Так, великі технічні системи мають здатність до реконструкції і реконфігурації при актуалізації відносин в зв'язку між їх елементами при зміні зовнішніх (обслуговується графік, сукупність підприємств з якими здійснюється взаємодія, виникнення надзвичайних ситуацій, рівень матеріально-технічного забезпечення тощо) і внутрішніх (несправності елементів різного рівня, ступінь їх морального старіння і пристосованості до реконструкцій, в тому числі за допомогою модернізації, ремонту тощо) факторів (див. рис. 3).

Причому очевидно, що різні структури технічної системи АТЗ, які є об'єктом дослідження і реалізують різні запити користувачів, володіють різною потенційною ефективністю. Останнє властивість виникає, перш за все, через стохастичною природи зміни зовнішніх чинників, що визначають необхідність зміни мети функціонування системи «Л-АС-СЕ-ЕЕ» в залежності від її стану. Отже, первинним при описі проблемної ситуації є визначення потенційної ефективності запропонованого до реалізації процесу, при ідеальній структурі і способі використання технічних систем, для розкриття причин її невідповідності реального результату реалізації.

Для пояснення поняття ефективності реалізації процесу, який може бути результатом ефективної експлуатації АТЗ, що володіє довільною структурою розглянемо його спрощену геометричну модель.

На рис. 5 приведена схема можливої спрямованості довільного процесу  $S_B$ , на якому показана сукупність векторів (властивості системи) в деякому цільовому просторі. Ця сукупність властивостей визначає потенційну ефективність реалізації процесу. Введемо припущення, що мета  $A_0^1$  визначає основне призначення в організації процесу, який є активним засобом операції по досягненню глобальної мети (див. рисунок 3), тобто мета  $A_0^1$  задає певну спрямованість властивостей, що виникають при конкретній реалізації АТЗ (організація транспортного процесу, правил функціонування і тактики дій, забезпечених відповідними матеріально-технічними та людськими ресурсами, тобто визначає напрямок в просторі властивостей системи).



$A_0^1, A_0^2$  – глобальна мета  $A_0$  системи в  $i$ -напряму;  $B_n$  – вектор  $n$ -властивості системи;  $S_B$  – вектор довільного процесу системи (поточна мета системи)

**Рис. 5.** Схема спрямованості властивостей системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації»

Корисними, в сенсі досягнення системою мети  $A_0^1$  називають властивості [5], які відображаються векторами, проекції яких на задану лінію мети спрямовані на  $A_0^1$ . Протилежно спрямовані цілі мають вектори, що характеризують шкідливі (в даному сенсі) властивості. Нейтральні властивості в геометричній інтерпретації представляються векторами, ортогональними до лінії мети.

Друга мета  $A_0^2$  (див. рисунок 5), для досягнення якої також призначена довільна система  $S_B$ , що формує в просторі властивості в іншому напрямку. Сукупність властивостей системи відображених векторами, проекції яких на ціль  $A_0^2$  відображають сукупність властивостей в сенсі їх досягнення, також можуть бути корисними, шкідливими і нейтральними.

Таким чином, ефективність досліджуваної технічної системи в даному випадку визначається двовимірним показником, що характеризує потенційну ефективність реалізації двох процесів, компонентами якого є показники потенційної ефективності в операції по досягненню цілей процесів  $A_0^1, A_0^2$ .

В результаті утворюється безліч альтернативних потенційних цілей досліджень  $\alpha_0 = \{A_0^1, A_0^2, \dots, A_0^N\}$ . Причому важливо зазначити, що досягнення глобальної мети (див. рис. 5) можливо при реалізації будь-якої альтернативної цілі. Кожна альтернативна мета пов'язана з певною предметною областю. При цьому організуються пошукові дослідження у формі концептуальних дослідженні ефективності, що спрямовані на обґрунтування і вибір мети  $A_0$ , з безлічі  $\alpha_0$ , а також засобів її досягнення. Обрана глобальна мета  $A_0$ , породжує безліч локальних, приватних цілей і завдань, які грають роль засобів досягнення глобальної мети. Визначення безлічі приватних цілей і їх впорядкування, в свою чергу, є процес формування програми досягнення глобальної мети  $A_0$ .

У практиці досить часто ефективність реалізації процесу визначають з позиції його цінності, яку далеко не завжди пов'язують з цільовим призначенням даного об'єкту. Однак ефективність реалізації організаційно-технічних систем досить повно визначається як сукупність корисних, з точки зору цільового призначення, властивостей цих систем [2]. Тому, коли говорять про ефективність технічної системи, часто розуміють її потенційну ефективність як основну характеристику ефективності системи.

На рис. 6 схематично показана якість системи «Л-АС-СЕ-ЕЕ». Перераховані в порядку ускладнення  $R, C, A, L$  – якості. Це означає наступне: система, що володіє даними якістю (наприклад,  $C$  – якістю керованості системою), має і всі інші більш прості якості ( $R$  – якість стійкості системи), але не має якостей вищого порядку ( $A$  і  $L$  – якостей здатності та самоорганізації системи).

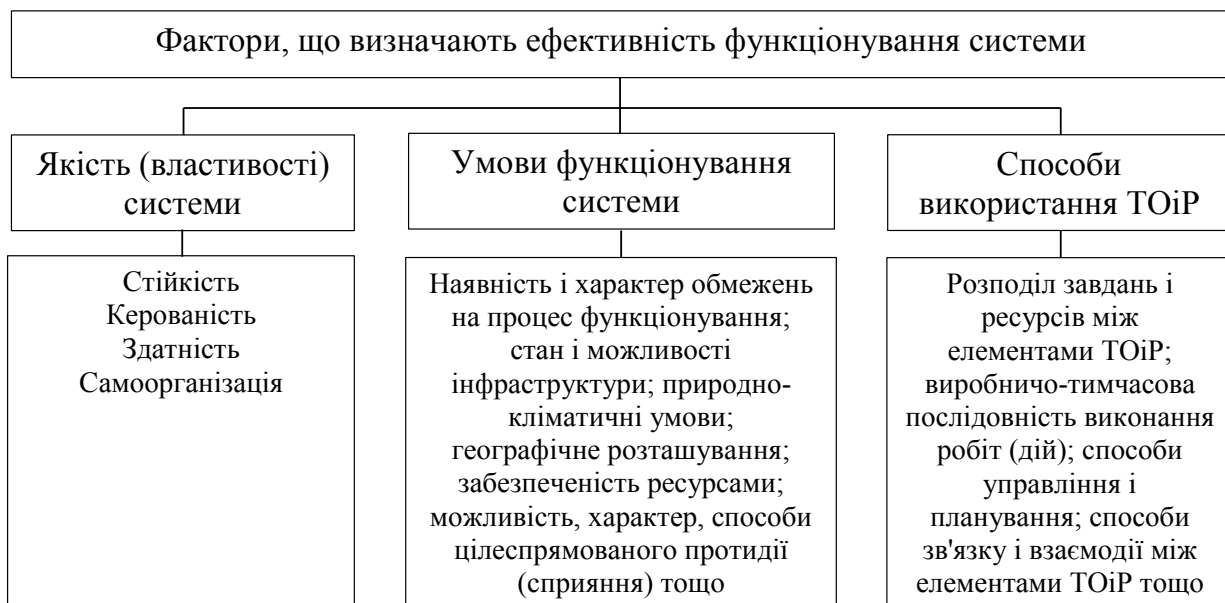
Наступна важлива група чинників, що роблять істотний вплив на ефективність операції, характеризує способи застосування АТЗ для реалізації цільових процесів.

Третя група чинників визначається умовами функціонування систем, до яких відносяться; природні фактори; фактори, що характеризують наявність і види різного роду обмежень (економічних, соціальних, екологічних, технологічні можливості виробництва, транспортні, психофізичні тощо).

Схема факторів, що визначають ефективність технічних систем, приведена на рис. 7. Серед факторів, які враховуються при дослідженні ефективності реалізації процесу, велика частка факторів не керується особою яка приймає рішення.



**Рис. 6.** Складові якості системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації»



**Рис. 7.** Схема факторів, що визначають ефективність функціонування ТОіР автомобілів в системі «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації»

Залежно від вибору об'єкта дослідження в ході проблемного аналізу можна встановити рівень його якості  $n = \{R, C, A, L\}$ . Так, наприклад, A-якість аналізує весь організаційно-технічний комплекс системи. Якщо об'єктом дослідження є підсистема (операційна система, яка обслуговує або забезпечує роботу системи), то можна обмежитися рівнями якості R або C.



При дослідженні процесів, що реалізуються за допомогою тієї чи іншої системи, фактори можуть бути відображені у вигляді змінних (рис. 8). Як випливає з рис. 7, по відношенню до досліджуваної системи фактори можуть бути також зовнішніми і внутрішніми.

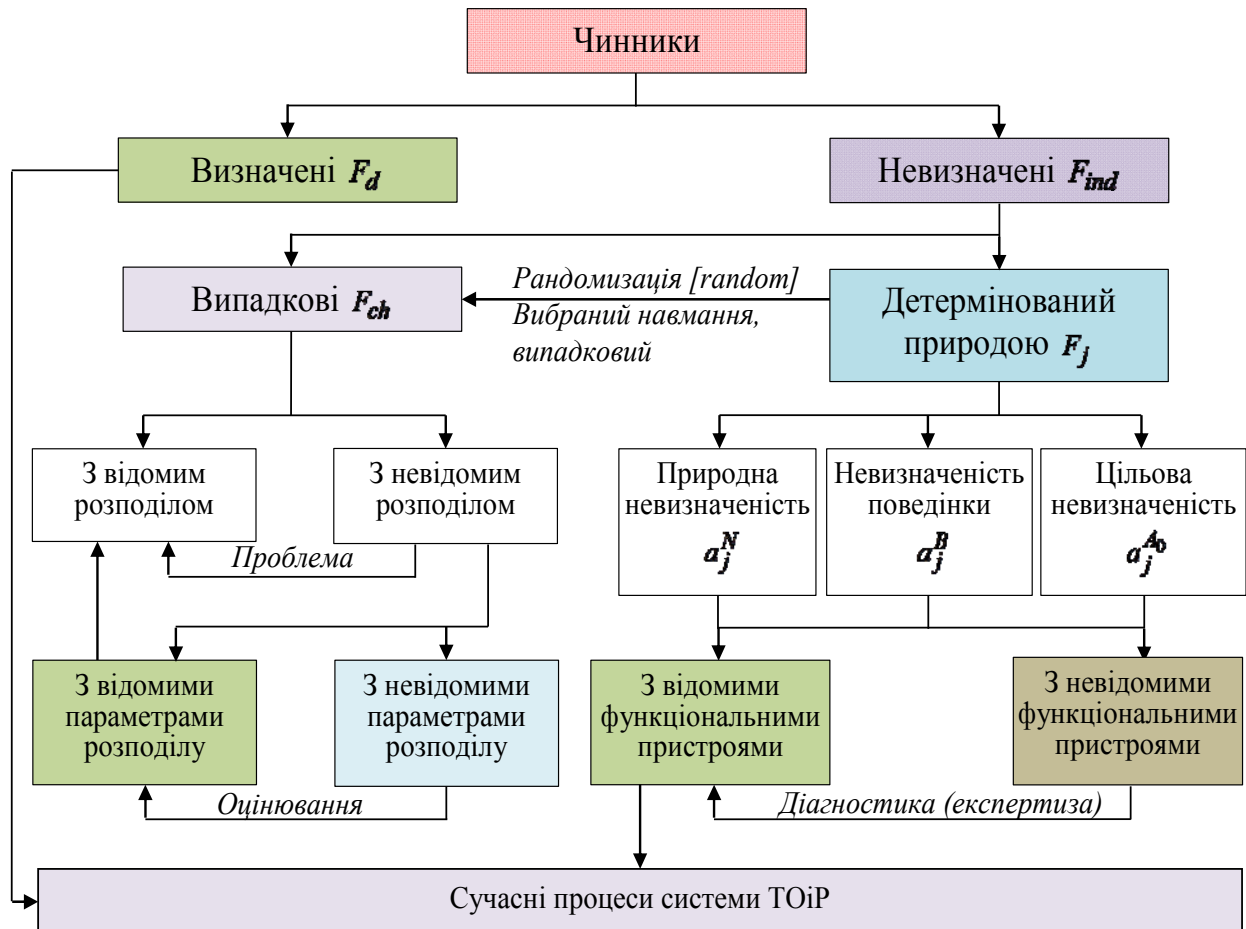


Рис. 8. Класифікація факторів, що характеризують властивості системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації»

Зовнішні чинники відображають при цьому вплив зовнішнього середовища, сприяючи успішному проведенню операції (корисні фактори), або протидіючи успіху операції (шкідливі фактори). Внутрішні ж чинники відображають взаємовплив рушійних сил всередині системи на хід і результат операції.

З рисунку 8 випливає, що з точки зору інформованості дослідника про ці змінні, фактори ділять на визначені  $F_d$  і невизначені  $F_{ind}$ . До певних, відносять змінні, значення яких відомі досліднику з необхідною точністю. Це різного роду задані параметри, відомі (регулярні) функції певних аргументів тощо. Невизначені чинники детермінованою природою  $F_j$ , можна умовно розділити на дві групи: з відомими функціями приналежності (діапазонами зміни змінних), з невідомими функціями належності.

Дослідження ефективності ТС з урахуванням невизначених факторів детермінованою природою значною мірою ускладнюється відсутністю досить загальної теорії, яка формує методологічні основи вивчення явищ з невизначеними факторами [5]. Проте, застосування апарату концептуального моделювання, теорії систем, дослідження операцій дозволяє знайти деякі шляхи вирішення завдань дослідження процесів, що реалізуються такими системами.

В окрему групу (за ступенем спільності) виділяють результуючі фактори, тобто чинники, безпосередньо формують результат операції. До результуючим факторам, як уже зазначалося, відносять корисний ефект, досягнутий в операції, витрачені ресурси і терміни проведення операції.

Етап формування проблемної ситуації повинен завершуватися оцінкою доцільності проведення дослідницьких робіт і постановкою завдання на дослідження операції по підвищенню ефективності системи.

Як впливає з рис. 9, де представлено підхід до цілепокладання щодо «Генеральна мета» ( $G_0$ ), в даному випадку описується системою приватних цілей  $\{G_j^i\}$ . У свою чергу, будь-яка приватна мета – всього лише поняття і повинна бути описана повно і точно якісними і кількісними цільовими вимогами, які в кінцевому підсумку визначають технічний вигляд майбутньої системи. Таким чином, мова йде про перетворення масиву приватних цілей в масив цільових вимог.

У плані вирішення цього завдання виявляються важливими два аспекти: суворі і точна побудова «дерева цілей»; правильне формулювання приватних цілей.

При наявності лише одного критерію ефективності  $q$ , що відображає цільове призначення процесу, оптимальне управлінське рішення  $R_{opt}$  визначається з умови:

$$q(R_{opt}) = \max_{r \in R} q(r) \quad (1)$$

де  $r$  – безліч всіх можливих рішень

Однак ефективність управлінського рішення на будь-якому етапі організації системи визначається сукупністю приватних критеріїв

$$Q(r) = \{q_1(r), q_2(r), \dots, q_m(r)\}$$

і тому потрібно вибирати управлінські рішення так, щоб кожному з приватних критеріїв забезпечити, можливо більшого значення.

Ідеальним є випадок, коли є рішення з максимальними значеннями всіх приватних критеріїв. Однак відомо, що такий випадок майже ніколи не зустрічається. Зазвичай з безлічі можливих рішень  $R$  вдається відібрати підмножину рішень  $R_0$ , ефективних по всій сукупності критеріїв:

$$Q(r) = \{q_i(r)\}, i = (\overline{1, m})$$

Однак ці ефективні рішення, як правило, неоднакові щодо кожного з приватних критеріїв. Наприклад, по приватному критерію  $q_p$  може виявитися краще рішення  $r_i$  ніж  $r_j$ , тобто

$$r_i : r_i(q_p) > r_j(q_p) \quad (2)$$

а за іншим критерієм  $q_n$  краще рішення  $r_j$  і т.п.:

$$r_j : r_j(q_n) > r_i(q_n) \quad (3)$$

(тут знак відносно  $A > B$  означає, що  $A$  строго важливіше, ніж  $B$ ).

Зі сказаного впливає важливий висновок: для вибору найкращого рішення з усього безлічі ефективних  $R_0$  в кожній конкретній багатокритеріальній задачі необхідно використовувати додаткову інформацію про важливість (вагомість) приватних цілей.

Формальну постановку задачі в даному аспекті можливо здійснити в такий спосіб.

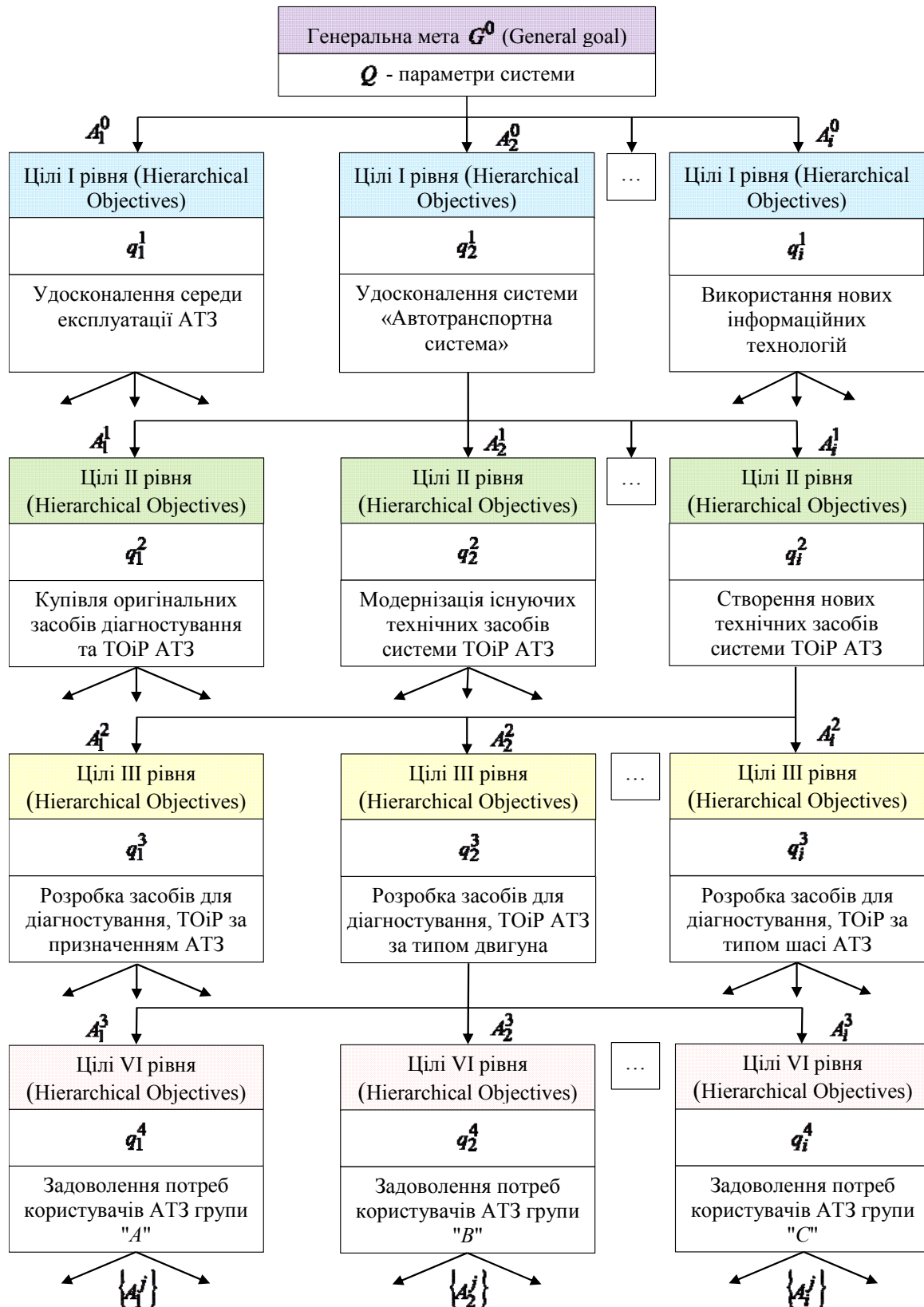


Рис. 9. Ієрархічна сукупність напрямів системи за принципом від «загального до конкретного» («дерево цілей»)

Нехай є генеральна мета  $G^0(Q)$ , представлена обмеженою множиною приватних цілей  $G_j^i(q)$ ;  $Q = \{q^{(i)}\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ . Кожна приватна мета, в свою чергу, представлена обмеженим безліччю цільових вимог  $q^{(i)} = \{q_j^i\}$ ,  $j = \overline{1, n}$ . Критерії на будь-якому рівні строго впорядковані за важливістю:

$$q^{(1)} \succ q^{(2)} \succ \dots \succ q^{(m)} \quad (4)$$

$$q_1^{(i)} \succ q_2^{(i)} \succ \dots \succ q_n^{(i)} \quad (5)$$

В такому впорядкованому за важливістю масиві критеріїв їх сутнісні властивості не враховуються, тобто всі вони корисні і між собою представляють рівні цінності. Вагомості критеріїв нижнього рівня оцінюються щодо  $i$ -го критерію верхнього рівня, який вони описують. При цьому приватні цілі упорядковуються щодо генеральної мети, а цільові вимоги – щодо описуваної ними приватної мети.

Відомо, що теорія прийняття рішень передбачає багато різних стратегій пошуку найкращого варіанту системи цілей в багатоцільовий просторі, проте, як показує практика досліджень, дослідники при вирішенні найрізноманітніших за складністю і змістом завдань віддають перевагу саме метод послідовно застосовуваних критеріїв.

Зі сказаного випливають два важливих висновки. По-перше, існує дві причини необхідності обґрунтування моделі опису процесу цілепокладання при постановці завдання на розробку нової (модернізації існуючої) системи: зовнішня – опис потреби системи «Автотранспортна система» системою цінностей, і внутрішня – словниковий характер багатовимірних задач створення і модернізації систем, що реалізують цілеспрямовані процеси.

По-друге, на цьому ж принципі повинна будуватися система описів об'єкта досліджень (технічний стан автомобілів), що визначає номенклатуру вимог і їх складових.

Оскільки, як впливає з раніше викладеного, мова йде про суворі і точні побудови дерева приватних цілей, то наслідком, що випливають з сформульованих висновків, є необхідність аналізу основних властивостей дерев, і визначення тих з них, які потрібно враховувати для побудови дерева цілей.

Деревом називають зв'язний граф, який не має циклів [5]. Корінь дерева – генеральна мета системи, а вершини – приватні цілі і цільові вимоги. У загальному випадку дерево цілей є « $i$ -або» дерево, яке може мати зв'язку (ребра) « $i$ » і «або». Наявність зв'язку « $i$ » означає, що вершина  $k$ -го рівня пов'язана не менше ніж з двома вершинами нижчого  $(k + 1)$ -го рівня. Причому, при розгляді цієї вершини необхідно аналізувати всі пов'язані з нею вершини  $(k + 1)$ -го рівня. Зв'язок «або» показує, що вершина  $k$ -го рівня з'єднана тільки з однією вершиною  $(k + 1)$ -го рівня.

В даному випадку приватна мета буде вершиною « $i$ » (зі зв'язками « $i$ »), якщо вона характеризується не менше ніж двома під цілями, і вершиною «або», якщо вона характеризується однією підметою.

Іншим важливим аспектом, як було зазначено раніше, є коректне формулювання приватних цілей.

На відміну від дослідження умов виникнення потреб в організації процесу, де, називаючи необхідні цінності, не називаються засоби їх придбання, цілепокладання на стадії постановки завдання виходить з того, що з багатьох альтернатив повинно бути вибрано найкраще, і саме його слід розробити з таким набором якостей (див. рис. 6), які всі разом при експлуатації АТЗ і дадуть всі необхідні цінності. Вихідними положеннями в «Метасистема» для повної і точної формулювання приватних цілей передбачається вважати:

1) принцип причинності: структура цілі повинна повно і точно відображати структуру потреби «Метасистема»;

2) комутативність мети: мета розробки складової частини системи повинна бути обумовлена метою організації процесу в цілому;



3) принцип «від загального до конкретного»: у формулювання вищестоящої мети повинно входити перелік всіх приватних цілей, записаних в порядку зменшення їх значимості;

4) вимоги мінімізації витрат на дослідження (вдосконалення) системи: необхідно прагнути до такого формулювання, яка обмежила б до мінімуму безліч можливих видів системи, але обов'язково включала б найкращий з них;

5) системність: слід вказати організаційно-технічну систему більш високого рівня, в яку має входити складовою частиною досліджувана (удосконалення) система або вказати застосовність її в інших різних системах;

6) у формулюванні мети повинні бути названі робочі функції системи або короткий опис процесу, що забезпечує робочі функції;

7) повнота і точність викладу мети повинні задовольняти трьом умовам: неможливість різних тлумачень одного і того ж цільового вимоги;

8) ретельність формулювань (побічні їх значення не повинні обмежувати розробника);

9) неможливість підміни мети засобом її виконання.

Певний інтерес, з точки зору формального відображення, представляє положення 2, оскільки комутативність цілей відображає закономірність відносин між приватними цілями реалізації процесу і приватними цілями дослідження підсистем.

### Висновки

Створена структурно-функціональна схема зв'язку в системі «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації», яка дозволяє задовольняти сучасним вимогам Regulation (EU) 2019/631 щодо забезпечення екологічності транспорту. Розглянуто шляхи підвищення ефективності експлуатації автомобілів на основі виявлення внутрішніх факторів (ресурс), стану системи технічного обслуговування на підприємстві (система технічного обслуговування і ремонту автомобілів) та напрями реалізації сучасних нових технологій в сфері обслуговування.

Представлені складові якості системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації», які залежать від організації і функціонування системи. Це означає, що система володіє даними якістю (наприклад, С – якістю керуваності системою), має всі інші більш прості якості (R – якість стійкості системи) та якості вищого порядку (A і L – якостей здатності та самоорганізації системи). Залежно від вибору об'єкта дослідження в ході проблемного аналізу можна встановити рівень його якості.

Розглянуті фактори, що характеризують властивості системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації». Це якості системи (стійкість, керуваність, здатність, самоорганізація), умови функціонування системи та спосіб використання технологій ТОiP автомобілів.

Представлено «дерево цілей» для ефективної реалізації функціонування автотранспортної системи. Це дозволяє обґрунтувати функціонування системи «Людина-Автотранспортна система-Середовище експлуатації-Ефективність експлуатації» та її складових, наприклад, рівень кваліфікації водія, рівень технологій ТОiP автомобілів тощо.

Таким чином, властивості комутативності: якщо будь-яка мета з безлічі приватних цілей деякого виду може бути втілена в структуру системи, що складається з безлічі складових частин, то мета верхнього рівня буде визначати цілі нижнього рівня.

Іншими словами, цілі дослідження елементів системи визначаються цілями дослідження самої метасистеми, що реалізує цільової процес.

Даний висновок можна вважати обґрунтуванням підходу до глобальної цілі заснованому на декомпозиції головної мети (заміна вирішення одного великого завдання рішенням серії менших завдань) дослідження цілеспрямованих процесів в метасистемі по ієрархічній сукупності приватних цілей і сформульованих при цьому цільових вимог до майбутньої системи.

### Список використаних джерел

1. Баженов Ю.В. Прогнозирование остаточного ресурса конструктивных элементов автомобилей в условиях эксплуатации / Баженов Ю.В., Баженов М.Ю. // *Фундаментальные исследования*. – 2015, № 4. – С. 16-21. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37116>.
2. Fontaras G. consumption and CO2 emissions from passenger cars in Europe – Laboratory versus real-world emissions / Fontaras G., Zacharof N.-G., Ciuffo B. // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2017, Volume 60. - pp. 97-131. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.12.004>
3. Дидманидзе О.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / Дидманидзе О.Н., Митягин Г.Е., Егоров Р.Н. – М.: МГАУ, 2005. – 427 с.
4. Wilberforce T. Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars / Wilberforce T., El-Hassan Z., Khatib F.N. et al. // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2017, Vol. 42 (40). - pp. 25695-25734.
5. Кокорев Г.Д. Анализ проблемы управления эффективностью функционирования организационно-технических систем / Г.Д. Кокорев // *Сборник научных трудов ВАИ*. – 2002, Вып.12. – С. 142–147.
6. Рассоха В.И. Ситуационное управление автотранспортными системами (часть 2. Синтез системы управления) / Рассоха В.И. // *Вестник ОГУ*. – 2009, №10 (104). – С. 144-151.
7. European Commission. Light-duty vehicles. [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en)
8. Mock P. From laboratory to road: a 2014 update of official and “real - world” fuel consumption and CO2 values for passenger cars in Europe // Mock P., Tietge U., Franco V. et al. // *International Council on Clean Transportation, TNO, IFEU*. – 2014.

**Рецензент:** Лісовенко Д.В., к.т.н., доцент, Військова академія (м. Одеса)

### СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

О. Сакно, Т. Колесникова, В. Олло, Е. Медведев, Д. Мойся

Каждая система (автотранспортная система) взаимодействует со средой, в которой она функционирует, получая управляющие воздействия от субъекта управления. Это система «Человек-Автотранспортная система-Среда эксплуатации-Эффективность эксплуатации». Создана структурно-функциональная схема связи в системе «Человек-Автотранспортная система-Среда эксплуатации-Эффективность эксплуатации». Она позволяет удовлетворять современным требованиям Regulation (EU) 2019/631 по обеспечению экологичности транспорта. Проанализированы факторы, влияющие на систему: характеристики и системы автомобиля, климатические и дорожные условия, стиль вождения, техническое обслуживание автомобиля. Рассмотрены пути повышения эффективности эксплуатации автомобилей на основе выявления внутренних факторов (ресурс), состояния системы технического обслуживания на предприятии и направления реализации современных новых технологий в сфере обслуживания. Представленные составляющие качества системы «Человек-Автотранспортная система-Среда эксплуатации-Эффективность эксплуатации», которые зависят от организации и функционирования системы. Это составляющие устойчивости, управляемости системы, способность системы решать задачи и изменять структуру или параметры. В зависимости от исследования системы в ходе проблемного анализа можно установить уровень ее качества. При исследовании процессов системы факторы отражены в виде внешних и внутренних переменных. Определяется проблема, которая изменяет функционирование системы, оценивается с помощью диагностики в процессе технического обслуживания. Рассмотрены факторы, характеризующие свойства системы «Человек-Автотранспортная система-Среда эксплуатации-Эффективность эксплуатации». Представлена «дерево целей» для эффективной реализации функционирования автотранспортной системы. Эффективность управленческого решения при организации системы определяется совокупностью частных критериев и поэтому нужно выбирать управленческие решения так, чтобы каждому из частных критериев обеспечить большее значение.

**Ключевые слова:** автомобиль, автотранспортная система, техническая эксплуатация, система технического обслуживания

## QUALITY MANAGEMENT SYNTHESIS OF FUNCTIONING OF A MOTOR TRANSPORT SYSTEM

O. Sakno, T. Kolesnikova, V. Ollo, Ie. Medvediev, D. Moisia

*Each system (motor transport system) interacts with the environment in which it operates, receiving control actions from the control subject. This is the system «Human-Motor Transport System-Operating Environment-Operational Efficiency». The structural-functional scheme of link in the system «Human-Motor Transport System-Operating Environment-Operational Efficiency» has been created. It allows you to meet the modern requirements of Regulation (EU) 2019/631 on ensuring environmental friendliness of transport. The factors influencing the system are analyzed: characteristics and systems of the car, climatic and road conditions, driving style, car maintenance. Ways of increasing an efficiency of vehicle operation based on the identification of internal factors (resource), the condition of the technical maintenance system at the enterprise and the direction of the implementation of modern new technologies in the service sector are considered. The components of the quality of the system «Human-Motor Transport System-Operating Environment-Operational Efficiency» are presented, which depend on the organization and functioning of the system. These are the components of stability, controllability of the system, the ability of the system to solve problems and change the structure or parameters. Depending on the study of the system during the problem analysis, you can establish the level of its quality. In the study of system processes, factors are reflected in the form of external and internal variables. The problem is determined, which changes the functioning of the system, and is evaluated using diagnostics during the maintenance process. The factors characterizing the properties of the system «Human-Motor Transport System-Operating Environment-Operational Efficiency» are considered. The «objectives tree» is presented, which allows for efficient implementation of the functioning of the motor transport system. The effectiveness of a managerial decision in organizing a system is determined by a set of particular criteria, and therefore it is necessary to choose managerial decisions so that each of the particular criteria provides greater importance.*

**Keywords:** vehicle, motor transport system, technical operation, maintenance system