

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Навчально-науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до кваліфікаційної роботи магістра
освітнього ступеня – магістр**

спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»
спеціалізація 275.03 Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

на тему: «Дослідження експлуатаційної надійності автотранспортних засобів
шляхом підвищення ефективності процесів технічного сервісу»

Виконав: студент групи ОПАТ-19зм
Царьов В.С.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Медведєв Є.П.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

Севєродонецьк – 2021

Актуальність. Оновлення парку автотранспортних засобів (АТЗ) за рахунок надходження в експлуатацію нових вітчизняних і зарубіжних зразків, насичених вбудованими електронними пристроями контролю технічного стану, створило проблемну ситуацію в сфері технічного сервісу цих АТЗ. Нові АТЗ мають поліпшені експлуатаційні характеристики, в тому числі досить високу експлуатаційну надійність.

Однак інтенсивність експлуатації АТЗ істотно зростає. Існуюча система технічного сервісу орієнтована на дещо інші умови застосування АТЗ за їх призначенням, а також на усунення наслідків відмов вікових АТЗ, по суті вже застарілих морально і фізично конструкцій, тобто, в більшості випадків, сервіс орієнтований на виконання ремонтно-відновленні операції, ніж на виконання технічного обслуговування. Рівень експлуатаційної надійності нових АТЗ, підтримуваний фірмовим обслуговуванням, в складних умовах експлуатації виявляється недостатньо високим, відмови елементів, вузлів, агрегатів і систем АТЗ все одно проявляються, статистика їх поки не визначена. У зв'язку з цим виконання даного дослідження направлено, перш за все, на виявлення статистики відмов АТЗ, попутно повинні бути вирішені завдання, пов'язані з удосконаленням технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Необхідність прогнозування відмов АТЗ, обладнаних вбудованими засобами контролю технічного стану, з метою визначення найбільш ймовірного часу їх появи в залежності від часу експлуатації, реалізованої напрацювання і кількості виконаних технічних обслуговувань за контрольний період, вимагає розробки відповідних математичних моделей.

При організації технічного сервісу АТЗ необхідно враховувати постійну варіацію навантаження при змінах в широких межах кліматичних і місцевих умов їх експлуатації. Впровадження дорогих засобів періодичної діагностики основних вузлів і агрегатів в умовах обмежених ресурсів експлуатації та технічного сервісу АТЗ є недоцільним. В умовах обмежених ресурсів для забезпечення цієї вимоги в експлуатації повинна використовуватися діагностично-інформаційна підсистема моніторингу умов застосування АТЗ у

вигляді однієї з підсистем технічного сервісу, а також індивідуальний підхід до оцінки зміни технічного стану АТЗ в залежності від його якості.

Умови експлуатації АТЗ повинні контролюватися методами моніторингу з метою врахування їх зміни при плануванні етапів технічного обслуговування. Однак безперервний контроль умов експлуатації АТЗ і дотримання основних правил експлуатації неймовірно складний.

В існуючих системах технічного обслуговування АТЗ, в тому числі і при технічному сервісі, враховується дію постійних або майже незмінних факторів умов експлуатації. Це є одним з основних недоліків систем. Тому актуальність роботи – забезпечення експлуатаційної надійності АТЗ шляхом підвищення ефективності процесів технічного сервісу за рахунок кількісної їх оцінки на етапі експлуатації.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Роль систем безперервного контролю змін технічного стану АТЗ

Використання систем безперервного контролю змін технічного стану АТЗ (систем діагностичного моніторингу) направлено на вдосконалення технічного сервісу і підвищення ефективності експлуатації автомобіля в цілому.

На думку автора [1] застосування системи безперервного контролю змін технічного стану повинно забезпечити підтримку працездатності парків АТЗ на рівні $K_{ТВ} = 0,75...0,85$, зниження витрат на запасні частини і експлуатаційні матеріали приблизно на 15...20%.

Розробка і впровадження системи і технології застосування моніторингу змін технічного стану вузлів, агрегатів і систем АТЗ дозволяє автоматизувати процеси діагностування, підвищити якість планування робіт по ТОіР АТЗ, забезпечити зниження витрат на запасні частини і експлуатаційні матеріали, підвищити можливості безперервного контролю над використанням АТЗ [2].

1.2 Аналіз методів оцінки якості АТЗ

Якістю АТЗ, називають сукупність властивостей, що визначають ступінь придатності її для використання за призначенням. Залежно від типу і призначення АТЗ, конкретних умов експлуатації, вимоги до їх властивостями неоднакові і можуть змінюватися в широких межах. Можливості реалізації властивостей, закладених в конструкцію АТЗ, в більшій мірі визначаються її надійністю. Надійність є одним з найважливіших властивостей машини, від якої, перш за все, залежить ефективність її використання за призначенням [3].

В умовах, коли технічна складність АТЗ зростає, так само як запити споживачів і обсяг пропозиції на ринку, виникає необхідність у точному

визначенні рівня якості конкретного продукту. Для оцінки рівня якості АТЗ необхідно визначити її властивості. Властивості АТЗ можуть бути охарактеризовані якісно та кількісно. Якісні характеристики – це колір, форма, дизайн і т.п. Якісні характеристики мають вирішальне значення для формування споживчих переваг. Кількісні – це показники якості, тобто сукупність певних внутрішньовидових властивостей, які виражені за допомогою фізичних величин і одиниць їх вимірювання, які зазвичай нормуються.

Показник якості АТЗ – характеристика одного або декількох властивостей АТЗ, які складають її якість, певна на кількісній або якісній шкалою. Вони кількісно характеризують придатність АТЗ задовольняти ті чи інші потреби. Показник якості розглядається стосовно до певних умов створення АТЗ, експлуатації.

Показники якості можуть бути безрозмірними, або мати різні одиниці вимірювання. По відношенню к властивостям показники якості можуть бути одиничними та комплексними.

Одиничний показник якості АТЗ відноситься тільки до одного з його властивостей, наприклад, витрата палива або швидкість руху. До поодиноких показників можна віднести також напрацювання автомобіля на відмову, вантажопідйомність та ін.

Комплексний показник характеризує сукупність властивостей [13], які складають якість продукції. Різновид комплексного показника є інтегральний показник якості

$$I_H = \frac{E}{B_{CB}}, \quad (1.1)$$

де E – сумарний корисний ефект від експлуатації (наприклад, пробіг автомобіля за термін служби до капітального ремонту);

B_{CB} – сумарні витрати на створення і експлуатацію продукції (автомобіля і т.п.).

У порівняльній оцінці якості АТЗ використовуються базові показники, що характеризують якість автомобіля, прийнятий за еталон. При чому за базові

показники можуть бути прийняті показники якості кращих зразків вітчизняного та зарубіжного виробництва, або показники перспективних зразків, визначених дослідним шляхом.

Відношення показників якості до відповідного базового показника характеризує відносний показник якості автомобіля. Однак зіставлення якості АТЗ з потребами на цей автомобіль не завжди представляється можливим, оскільки потреби суспільства постійно зростають.

На рис. 1.1 наведено класифікацію методів визначення показників якості автомобілів [14].



Рис. 1.1. Класифікація методів визначення показників якості автомобілів

В основі класифікації методів оцінки якості товару лежить спосіб отримання і сприйняття інформації. Таким чином, розрізняють наступні методи: розрахунковий, вимірювальний, органолептичний та реєстраційний.

Розрахунковий метод передбачає використання теоретичних або отриманих дослідним шляхом знань. Як правило, застосовується він на етапі

проектування (створення концепції) продукту. Метод дає можливість зробити висновки про продуктивність та безвідмовності товару, а також оцінити його ергономічні та естетичні характеристики.

Під надійністю розуміють властивість АТЗ, агрегату або механізму (об'єкта) виконувати задані функції, зберігаючи в часі встановлені експлуатаційні показники в заданих межах, що відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування [4].

На думку А.І. Кубарева, А.С. Пронікова, надійність - це властивість АТЗ зберігати в часі у встановлених межах всі параметри, що забезпечують виконання необхідних функцій в заданих умовах експлуатації [5].

Надійність об'єкта оцінюють за допомогою сукупності з чотирьох одиничних властивостей: безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і зберігання [5].

Безвідмовність - це властивість машини безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання [5].

Автор [5] стверджує, що безвідмовність - це властивість технічної системи виконувати задані функції протягом деякого напрацювання з моменту введення в експлуатацію і до граничного стану без перерв на технічне обслуговування і ремонт [3].

Для оцінки якості безвідмовності застосовують такі основні показники.

Імовірність безвідмовної роботи АТЗ (елемента, вузла, агрегату) до певного пробігу $P(l)$ (або напрацювання $P(t)$) визначається [5]:

$$P(l) = \int_l^{\infty} f(l) dl = 1 - F(l), \quad (1.2)$$

де $f(l)$ – щільність розподілу напрацювання до відмови;

$F(l)$ – ймовірність відмови АТЗ (елемента, вузла, агрегату).

Імовірність безвідмовної роботи також може бути оцінена відносним кількістю працездатних елементів [5]:

$$P(l) = \frac{N_0 - n(l)}{N_0} = 1 - \frac{n(l)}{N_0}, \quad (1.3)$$

де N_0 – число елементів на початку експлуатації;

$n(l)$ – число відмовили елементів за пробіг l .

Отже, ймовірність безвідмовної роботи елементів до пробігу l - це частка працездатних елементів в момент досягнення пробігу l [5].

Відмова - це випадкова подія, що полягає в порушенні працездатності машини (агрегату, складальної одиниці або системи), тобто такий стан, при якому машина не здатна виконувати задані функції з параметрами, встановленими вимогами технічної документації [5].

Середнє напрацювання до відмови (середній безвідмовний пробіг) [6]:

$$l_{cp} = \int_0^{\infty} l \cdot f(l) dl = \int_0^{\infty} P(l) dl, \quad (1.4)$$

Якщо l_1, l_2, \dots, l_{N_0} є напрацюваннями елементів до відмови, тоді середня напрацювання складе [6]:

$$l_{cp} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_{N_0}}{N_0} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} l_i, \quad (1.5)$$

Безвідмовна робота і відмова - взаємно протилежні (несумісні) події, сума їх ймовірностей дорівнює 1 [5]:

$$P(l) + F(l) = 1. \quad (1.6)$$

Розподіл відмов елементів технічних систем за часом характеризується функцією щільності розподілу $f(t)$ напрацювання до відмови. У статистичній трактуванні вираз має вигляд

$$f(t) = \frac{\Delta n}{N \cdot \Delta t} = \frac{\Delta F(t)}{\Delta t}, \quad (1.7)$$

де Δn і $\Delta F(t)$ – приріст числа відмовили елементів і, відповідно, ймовірності відмов за час Δt .

У ймовірнісної трактуванні [5]:

$$f(t) = \frac{\Delta F(t)}{\Delta t}. \quad (1.8)$$

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ на відміну від щільності розподілу відноситься до числа елементів N_p , що залишилися працездатними, а не до загальної кількості елементів [6]. Відповідно в статистичній трактуванні

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n}{N_p \cdot \Delta t}, \quad (1.9)$$

а в ймовірнісній трактуванні, враховуючи, що $Np/N = P(t)$

$$\lambda(t) = \frac{\Delta f(t)}{P(t)} . \quad (1.10)$$

Залежність, що встановлює зв'язок між ймовірністю безвідмовної роботи і інтенсивністю відмов, називається основним рівнянням теорії надійності [6]

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} . \quad (1.11)$$

Довговічність - це властивість машини зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічних обслуговувань і ремонтів [5].

До числа основних показників довговічності відносяться гамма-відсотковий ресурс, гамма-процентний термін служби, середній ресурс, середній термін служби [6].

Гамма-процентний ресурс - напрацювання, протягом якої об'єкт не досягне граничного стану із заданою ймовірністю γ відсотків [5]. Величина γ є регламентованою ймовірністю:

$$P(T_\gamma) = \frac{\gamma}{100} . \quad (1.12)$$

Чисельні показники довговічності машин є статистичними величинами, розрахованими для заданих умов експлуатації [6].

На думку Несвітського Я.І., оптимальна довговічність автомобіля визначається величиною його пробігу, при якому собівартість одного кілометра (за весь період експлуатації) досягає найменшого значення [6].

Ремонтопридатність - це властивість машини (агрегату, механізму), що полягає в її пристосованості до попередження і виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень і усунення їх наслідків шляхом проведення ремонтів і технічного обслуговування [6].

Автор [2] стверджує, що найважливішим показником якості ремонтпридатності є середній час відновлення T_B , що припадає в середньому на усунення одного i -го відмови t_i при загальному їх числі m , воно визначається за формулою [6]:

$$T_B = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i . \quad (1.13)$$

Збереженість - це властивість машини зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції протягом і після зберігання та (або) транспортування [6].

На думку автора [2], це властивості характеризує здатність технічної системи протистояти негативному впливу умов і тривалості зберігання і транспортування і зберігати при цьому значення показників безвідмовності, довговічності і ремонтпридатності [2].

Основні показники надійності машин наведені на рис. 1.2 [7] і 1.3 [8].



Рис. 1.2. Показники надійності АТЗ

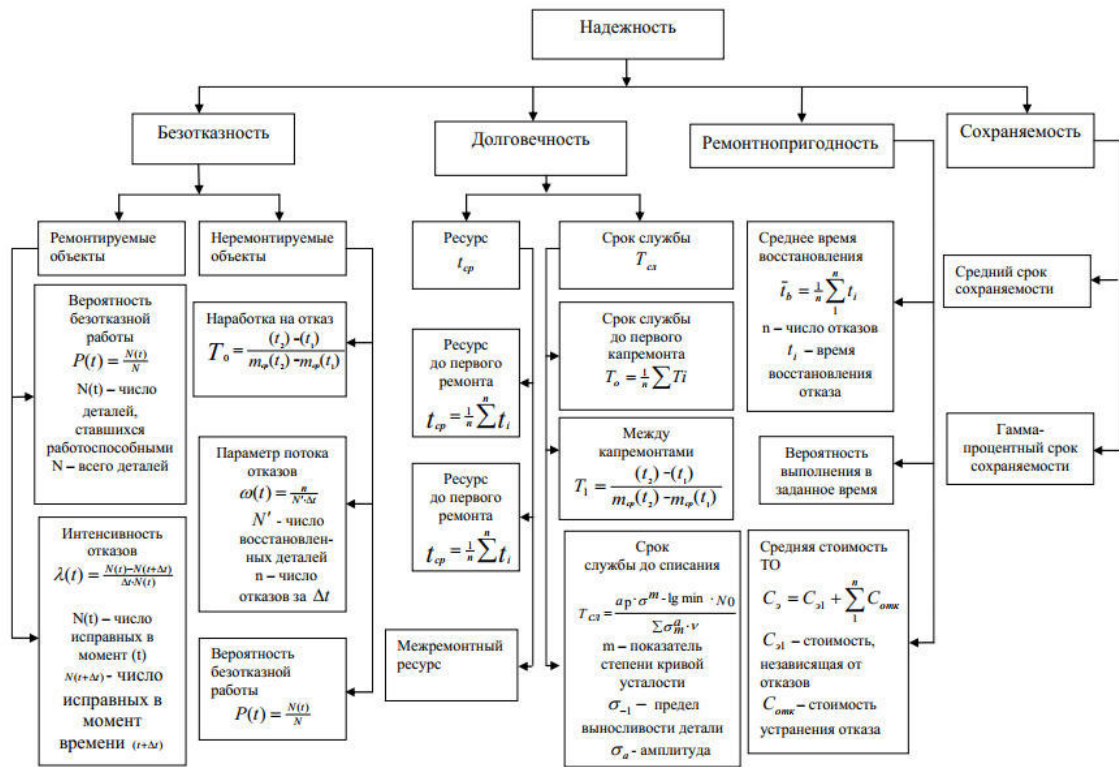


Рис. 1.3. Основні показники надійності АТЗ

Експлуатаційна надійність машин в значній мірі залежить від рівня організації їх технічної експлуатації, яка визначається багатьма експлуатаційними та ремонтними факторами, такими як кваліфікація обслуговуючого і ремонтного персоналу, рівень оснащення ремонтних майстерень необхідним обладнанням, наявність запасних частин і т.д. [7].

При оцінці експлуатаційної надійності машин найбільшого поширення набули такі показники, як середнє напрацювання між відмовами T_0 , середній час відновлення працездатного стану T_v , коефіцієнт готовності Kz і коефіцієнт технічного використання Kme [9].

За статистичними даними про напрацювання значення наведених показників надійності визначаються так:

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} t_{0i}}{n_0} ; \quad T_v = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} t_{vi}}{n_0} ; \quad (1.14)$$

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_B} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{вос}}} ; \quad K_{\text{ТВ}} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{вос}} + t_{\text{обсл}}} , \quad (1.15)$$

де t_{0i} - напрацювання між відмовами;

T_{Bi} - час відновлення після i -го відмови;

n_0 - кількість відмов протягом напрацювання $\sum_{i=1}^{n_0} t_{0i}$;

$t_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^{n_0} t_{0i}$ і $t_{\text{вос}} = \sum_{i=1}^{n_0} t_{Bi}$ - відповідно сумарна напрацювання і сумарний час усунення наслідків відмов;

$t_{\text{обсл}}$ - сумарний час простоїв, викликаних плановими ТО і ремонтами.

У цьому випадку залежно коефіцієнтів технічного використання і готовності перетворюються в такий спосіб:

$$K_{\text{ТВ}} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{вос}} + t_{\text{обсл}}} = \frac{1}{1 + 0.001 \cdot (t_{\text{вос}} + t_{\text{обсл}})} ; \quad (1.16)$$

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_B} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{вос}}} = \frac{1}{1 + 0.001 \cdot (t_{\text{вос}})} . \quad (1.17)$$

Навіть якщо всі етапи проектування, виробництва і експлуатації машини виконані правильно, з використанням науково обґрунтованих методик, ретельно розробленою нормативно-технічної документації і перевірених на практиці інструкцій по експлуатації, в процесі експлуатації машини в реальних умовах спостерігаються відмови і несправності (рис. 1.4) [10].

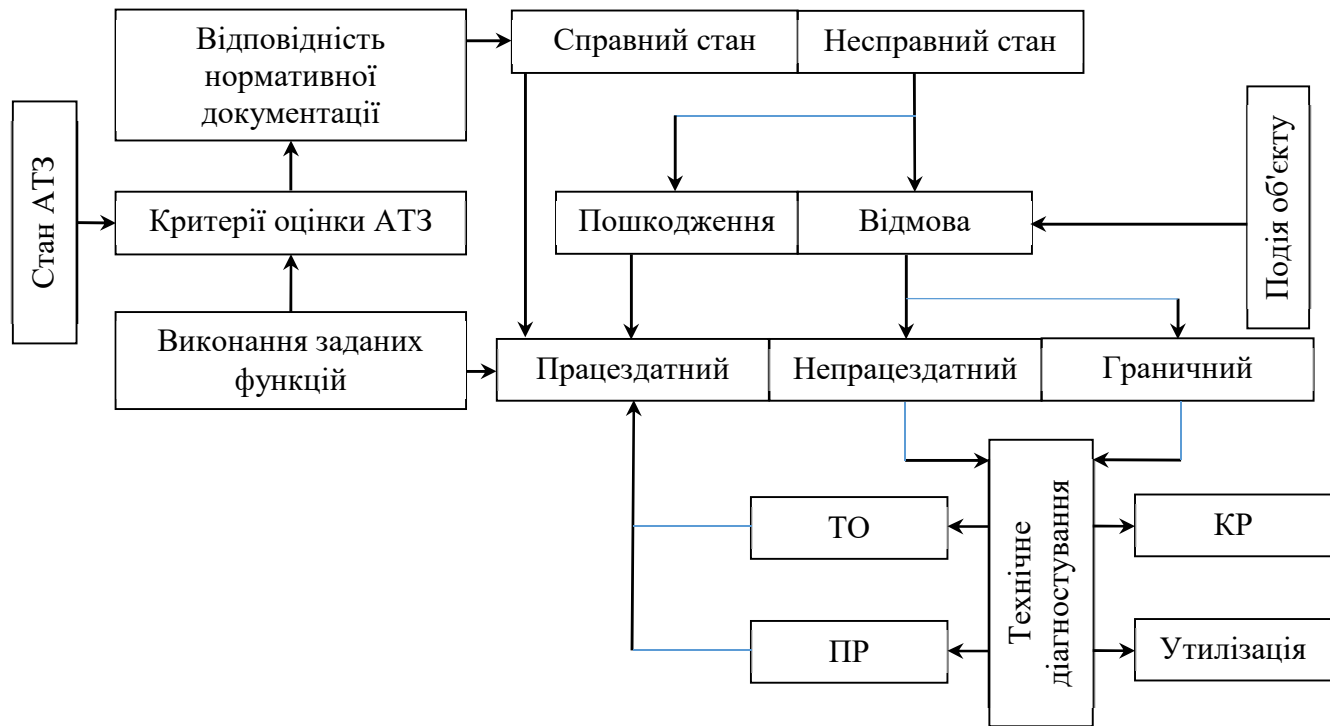


Рис. 1.4. Схема подій та станів АТЗ в процесі експлуатації

Причини подібних відмов необхідно шукати в розкид фізичних і міцнісних властивостей матеріалів, нестабільності і неідентичності технологічних процесів і, особливо, в досить широкому розмаїтті зовнішніх впливів і навантажень [10].

Заходи з оцінки та поліпшення якості на всіх етапах виробництва – запорука успішності бізнесу. Легкові автомобілі характеризуються комплексом технікоексплуатаційних властивостей, що оцінюють досконалість конструкції та інженерних рішень. Досконалість конструкції легкового автомобіля визначається наступними умовами: правильності встановлення основних параметрів автомобіля відповідно до його призначення з урахуванням зовнішніх умов; оригінальності конструкції всіх його органів, систем, вузлів з урахуванням передових досягнень науки і техніки. Ці умови визначають ефективність легкового автомобіля в конкретних умовах експлуатації.

Вивчення та оцінка якості легкових автомобілів для заданих умов експлуатації приводиться ще з початку 20-х років минулого сторіччя. Повна

науково обґрунтована оцінка якості конструкції легкового автомобіля складається з закономірності взаємозв'язків конструкції легкового автомобіля, безпеки руху і кліматичними умовами. Великий внесок в оцінку ефективності та якості автомобілів внесли роботи Великанова Д.П., Головних І.М., Говорущенко М.Я., Лукинський В.С., Резніка Л.Г., Торлін В.М., Туренко А.М., Подригало М.А., Сергєєва В.І., Іларіонова В.А., Хачанурова Т.С., Кузнєцова Є.С., Сахно В.П. та ін.

Оцінка якості автомобілів проводилася в НДІАТ, ХНАДУ, МАДІ, СіБАДІ, НТУ та інших організаціях і установах. Аналіз існуючих принципів та підходів до оцінки якості легкових автомобілів показує, що традиційно оцінюють за допомогою показників технічної характеристики у порівнянні з автомобілями-аналогами [15 та ін.]. Однак ці показники носять гібридний характер і відображають лише окремі групи експлуатаційних властивостей, що не відображаючи комплексні характеристики.

Диференціальний метод оцінки якості продукції – це метод оцінки якості продукції (МОЯП), який заснований на використанні одиничних показників її якості. Цей метод полягає в систематизації та порівняльному аналізі значень сукупності одиничних показників, характерних для кожного з порівнюваних варіантів, і прийняття на цій основі рішення про перевагу одного з варіантів, який володіє найкращим набором одиничних показників. У викладеній суті цього методу існує протиріччя, що утрудняє широке використання цього методу за прямим призначенням, що полягає у виборі кращого варіанту АТЗ з усієї сукупності однотипних АТЗ, що розрізняються значеннями різних одиничних показників. Справа в тому, що поодинокі показники від варіанту до варіанту змінюються не однонаправлено, наприклад, тільки поліпшуються. Звичайно кожна модель автомобіля відрізняється від інших кращими значеннями одного, або декількох показників і гіршими в порівнянні з іншими варіантами значеннями інших одиничних показників.

Для складних же АТЗ, що характеризуються і розрізняються десятками і сотнями одиничних показників, прийняття рішення про вибір кращого варіанту стає нерозв'язним завданням. Цей недолік можна послабити шляхом використання коефіцієнтів вагомості окремих одиничних показників, але це значно підвищує трудомісткість реалізації методу, оскільки вимагає застосування експертних оцінок для встановлення коефіцієнтів вагомості показників якості, що в свою чергу, посилює суб'єктивність методу.

З урахуванням зазначених особливостей диференціального МОЯП він має обмежене застосування на практиці, а перевага віддається методам, що дозволяє комплексно підійти до оцінки якості продукції.

Комплексний МОЯП – метод оцінки якості продукції, заснований на використанні комплексних показників її якості, тобто показників, що характеризують кілька властивостей продукції [16, 17].

Основним підходом у реалізації цього методу є побудова комплексного показника у вигляді певної функції декількох одиничних показників якості оцінюваного і порівнюваних з ним зразків продукції.

Такий підхід пов'язаний з принциповими труднощами, що полягають в наступному:

- вибір комплексного показника якості, тобто за показник деякого складного властивості і його розмірності;

- у змістовному описі складної властивості продукції, досить об'єктивно і повно відображає сукупність елементарних властивостей, які характеризуються поодинокими показниками, і утворить якість цієї продукції;

- у встановленні функціональної залежності комплексного показника якості від одиничних показників, яка в багатьох випадках невідома;

- у взаємній компенсації одних показників за рахунок інших, тобто при різному наборі значень одиничних показників, комплексний показник може виявитися однаковим, або близьким за величиною у порівнюваних варіантів однотипної продукції;

– встановлена функція може носити немонотонний характер, що призведе до неоднозначності в оцінці якості продукції.

Показники якості автомобілів та методи їх визначення не вирішують в цілому проблему кількісної їх оцінки. Для цього використовують методи оцінки якості автомобілів [18]. Відповідно до ГОСТ 15467-79 передбачено наступні методи оцінки якості: диференціальний, комплексний, змішаний та статистичний (рис. 1.5).

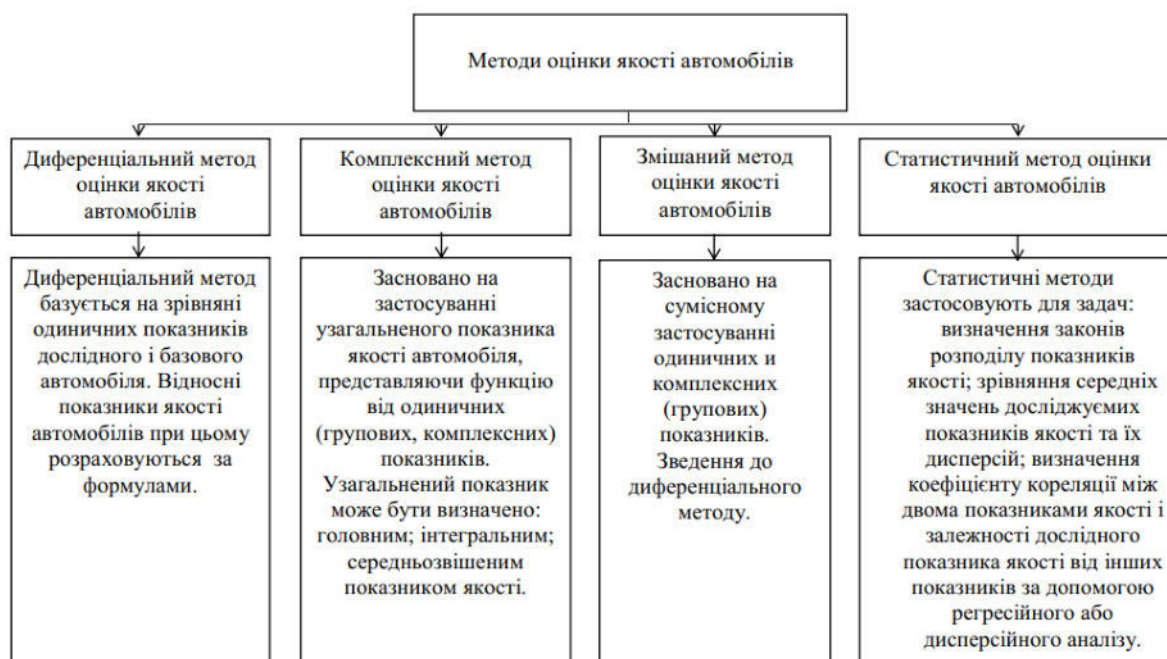


Рис. 1.5. Методи оцінки якості автомобілів

1.3 Призначення систем ТО і ремонту АТЗ

Відмінною рисою сучасних АТЗ є значна складність їх конструкцій, через що зростає ймовірність виникнення несправностей і відмов в роботі, стають складніше процеси виявлення і усунення відмов, що, в свою чергу, призводить до зростання витрат часу, праці і коштів на усунення їх наслідків [7].

Ускладнення конструкцій систем і вузлів АТЗ призвело до збільшення складності різних механізмів і, як наслідок, до різних рівнів їх експлуатаційної надійності. Для таких складних об'єктів, як правило, дуже непросто спрогнозувати терміни виконання ТОіР.

Сам процес роботи АТЗ неминуче веде до погіршення їх технічного стану, що може послужити причиною часткової або повної втрати працездатності, тобто привести до несправностей або відмов.

Існують два способи забезпечення працездатності АТЗ в експлуатації [10]:

- підтримання працездатності (система ТО);
- відновлення працездатності (ремонт).

Основні поняття про систему ТО і ремонту викладені в Положенні про технічне обслуговування і ремонт АТЗ [11].

На думку авторів [9-10], системою ТО і ремонту називають сукупність взаємопов'язаних елементів: об'єктів і засобів для ТО і ремонту, виконавців і інженерно-технічної служби, програми та іншої технічної документації щодо прийняття стратегії, а також за методами і режимам ТО і ремонту і т.п.

Для визначення працездатності машин застосовують три стратегії [7], характеристики яких наведені на рис. 1.6.

Технічне обслуговування - це комплекс операцій або операція з підтримки працездатності або справності АТЗ під час використання за призначенням, очікуванні, зберіганні і транспортуванні [3, 7].

Професор Крамаренко Г.В. дає наступні визначення технічного обслуговування: ТО - це сукупність операцій (збирально-мийних, кріпильних, регулювальних, мастильних та ін.), мета яких - попередити виникнення несправностей (підвищити надійність) і зменшити зношування деталей (підвищити довговічність), а, отже, тривалий час підтримувати автомобіль у стані постійної технічної справності і готовності до роботи [3].

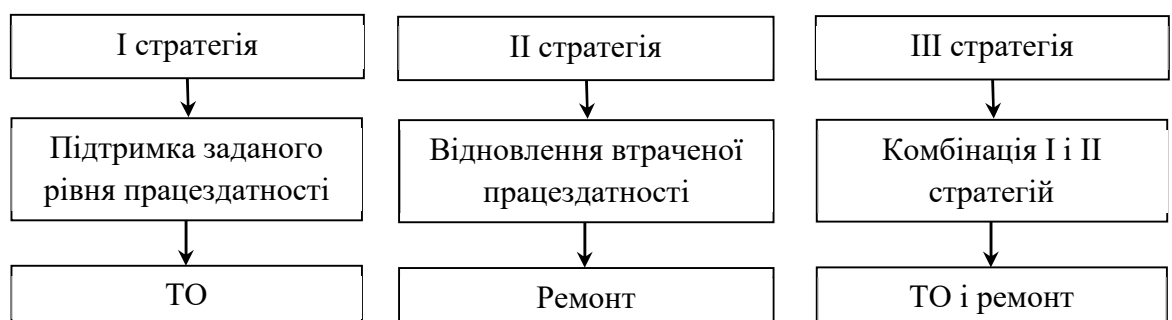


Рис. 1.6. Види стратегій щодо забезпечення працездатності машин

Основною метою комплексу ТО є попередження та віддалення моменту досягнення машиною граничного стану [7]. Вона може бути досягнута, поперше, попереджувальним контролем і доведенням параметрів технічного стану зразка АТЗ (агрегату, механізму) до номінальних або близьких до них значень, тобто шляхом попередження виникнення відмов. Подруге, зниженням темпів зношування сполучених деталей, що призводить до попередження відмов в результаті зниження інтенсивності змін параметрів технічного стану вузлів, механізмів і агрегатів [9].

Технічне обслуговування призначені для підтримання належного зовнішнього вигляду машин, їх санітарного стану, а також забезпечення безпеки руху, надійності і економічності роботи і захисту навколишнього середовища [9].

На думку професора А.М. Шейніна, основним призначенням ТО є виявлення несправностей і попередження відмов шляхом своєчасного виконання контрольних-діагностичних, кріпильних, мастильних, заправних, регулювальних, електротехнічних та інших видів робіт без розбирання агрегатів і зняття з машини окремих вузлів [4].

Основні завдання ТО [10] представлені на рис. 1.7.

Регулярне виконання операцій і комплексів ТО дає можливість підтримувати параметри технічного стану АТЗ в заданих межах, однак знос деталей, поломки та інші причини фактично витрачають ресурс АТЗ (агрегату, механізму), що призводить до порушення процесу їх нормальної експлуатації. В цьому випадку профілактичні процедури ТО не можуть знизити ймовірність досягнення граничного стану АТЗ і потрібні радикальніші заходи - ремонтні впливу [3].

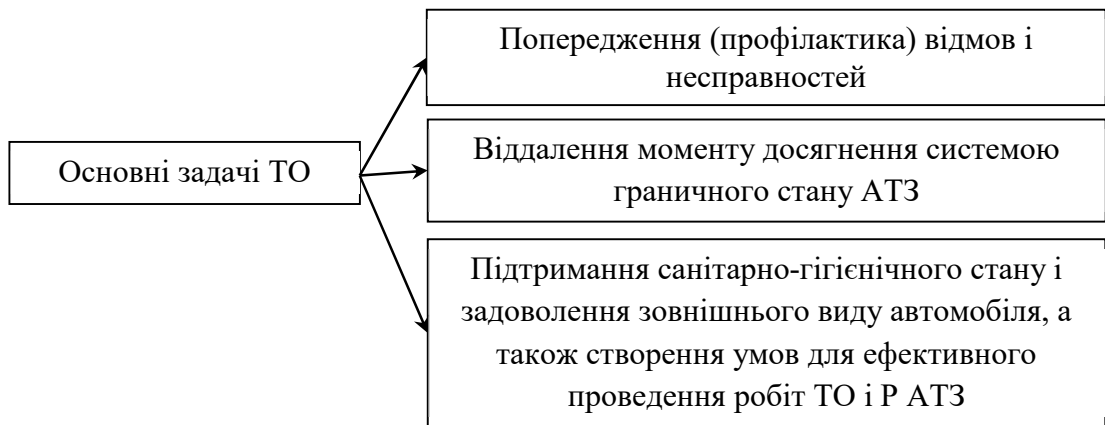


Рис. 1.7. Основні завдання технічного обслуговування АТЗ

Ремонт - це комплекс операцій з відновлення справності або працездатності АТЗ і відновлення ресурсів АТЗ або їх складових частин [3].

На думку професора Кузнєцова Е.С. [3], ремонт призначений для відновлення і підтримки працездатності АТЗ і його елементів, а також усунення наслідків відмов і несправностей, що виникають в процесі експлуатації.

Ремонт, будучи відновлювальним процесом, забезпечує відновлення працездатності механізмів, вузлів і агрегатів в цілому шляхом усунення наслідків відмов і несправностей, що виникають при роботі і виявлених при проведенні операцій ТО [12].

Ремонт зазвичай класифікують за наявності регламенту (регламентований і виконується за потребою), плановані (плановий, позаплановий), а також призначенням, характером і обсягом виконуваних робіт (поточний і капітальний) [12].

Ремонт поділяють на два види:

- поточний ремонт (може виконуватися в плановому порядку, або як позаплановий);
- капітальний ремонт.

Системи ТО і ремонту, в більшості випадків, формувалися під впливом характеру і умов експлуатації АТЗ, а також їх конструктивнотехнічних особливостей.

Професор Говорущенко Н.Я. [12] виділяє три системи (тактики) обслуговування:

- 1) технічне обслуговування та ремонт машин по напрацюванню (пробігу) до окремих видів впливів;
- 2) система обслуговування за технічним станом;
- 3) змішана система, що поєднує в собі елементи перших двох систем.

Системи ТО і ремонту, в більшості випадків, формувалися під впливом характеру і умов експлуатації АТЗ, а також їх конструктивно-технічних особливостей.

Результати технічного діагностування є підставою для вирішення питання про подальше характер і режим використання АТЗ (рис. 1.8), часу постановки її в ремонт, номенклатуру та обсяги ремонтно-профілактичних робіт, включаючи заміну складових частин [12].

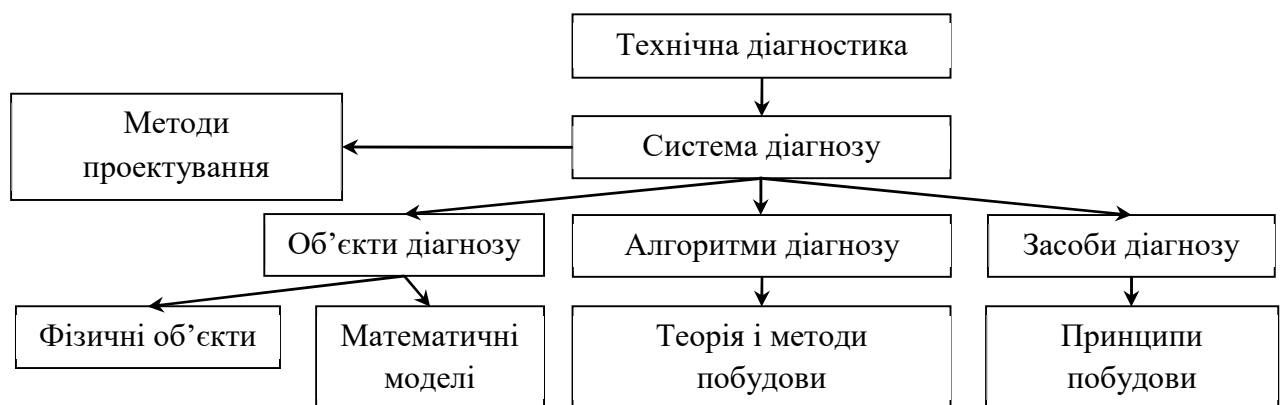


Рис. 1.8. Дерево класифікації основних завдань технічної діагностики

Система технічного діагностування являє собою сукупність засобів, методів і об'єкта діагностування, а також виконавців, які здійснюють діагностичні операції [12].

Технічна діагностика має два види діагностування: функціональне і тестове [3]. Відповідно, існує два види систем технічного діагностування (СТД) - функціональні або тестові, які мають різну структуру, включають в себе один прилад діагностування, комплект приладів або діагностичний комплекс.

Працездатність АТЗ може підтримуватися і відновлюватися в процесі експлуатації. Для того, щоб своєчасно провести ТО або визначити можливу потребу в ремонті, необхідно знати: закономірності зміни технічного стану АТЗ; граничні і допустимі значення параметрів технічного стану; показники процесів переходів техніки з працездатного в неробочий стан.

1.4 Моніторинг зміни технічного стану АТЗ

Обслуговування за технічним станом - вимога часу в системі експлуатації АТЗ. Основна ідея обслуговування за технічним станом так само проста, як і ефективна: поточний технічний стан машини відстежується безперервно, результати аналізу служать підставою для планування майбутніх робіт ТО.

Необхідною умовою успішного обслуговування за технічним станом є моніторинг змін технічного стану АТЗ в процесі експлуатації.

Термін моніторинг з'явився перед проведенням Стокгольмської конференції ООН по навколишньому середовищу (5-16 червня 1972 р.) на противагу (або на додаток) до терміну «контроль», який крім спостереження і отримання інформації містить і елементи активних дій, тобто управління (рис. 1.9).

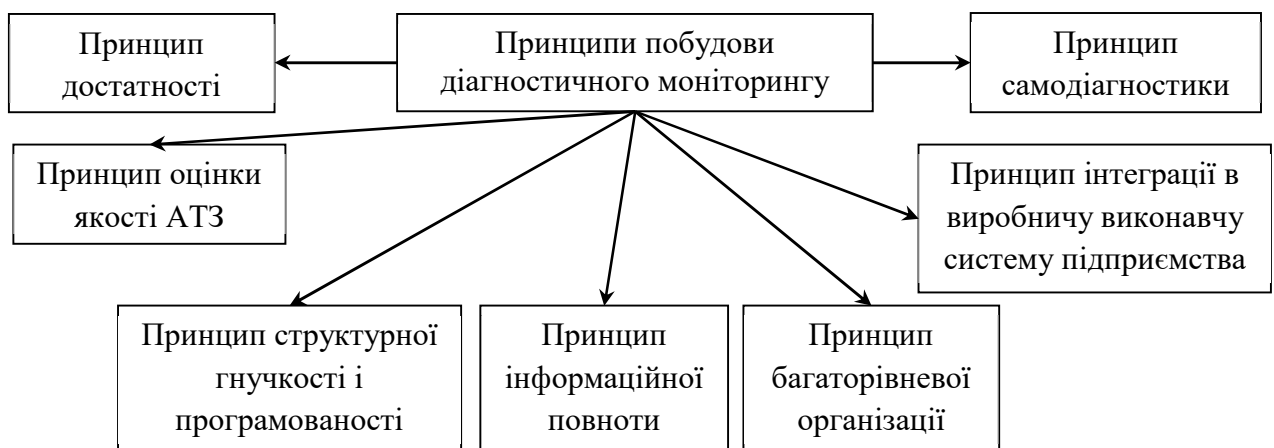


Рис. 1.9. Принципи побудови діагностичного моніторингу

Термін «моніторинг» походить від англійського слова monitoring, (в перекладі з латинської monitor - наглядає).

Висновки за розділом 1

У результаті проведеного аналізу стану питання можна зробити наступні висновки:

1. Сучасний стан розвитку ринку і оновлення структури легкових автомобілів, які експлуатуються в умовах України зумовлюють необхідність комплексного підходу до оцінки їх якості та показників надійності з метою вибору найкращої альтернативи, тобто найбільш підходящими легковими автомобілями при експлуатації в умовах України та забезпечення їх ТОіР.

2. Ступінь відповідності легкових автомобілів умовам експлуатації та очікуванням споживача повинно враховувати великий перелік техніко-експлуатаційних властивостей, що відображаються через сукупність кількісних і якісних параметрів;

3. Існуючий метод оцінки ступеня відповідності автомобілів в конкретних умовах не дозволяє в повній мірі комплексно і об'єктивно враховувати всю сукупність показників технічних характеристик автомобілів, що зумовлює необхідність їх враховувати при проведенні моніторингу щодо технічного стану.

На підставі проведеного аналізу стану питання і відповідно до поставленої мети в магістерській роботі вирішувалися такі завдання:

– дослідити комплексний підхід до оцінки якості та показників надійності АТЗ з метою вибору найкращої альтернативи на етапі експлуатації та забезпечення їх ТОіР;

– дослідити та теоретично обґрунтувати кількісну оцінку інтегрального показника якості та надійності АТЗ від зовнішніх умов експлуатації;

– розробити алгоритми аналізу відмов основних частин агрегату, розробки раціональних режимів ТО АТЗ та раціонального поетапного вибору варіанта придбання автомобілів.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Оцінка екологічної безпеки автомобілів

Ефективність автомобіля має першорядне значення для підвищення його продуктивності і зниження витрат на транспортну роботу. Чим динамічніше автомобіль, тим вище його середня швидкість, він швидше виконує транспортну роботу і витрачає менше часу на пересування. При оцінці ефективності автомобіля використовують такі вимірники як швидкість, прискорення, час розгону і витрату палива. Для безпеки руху мають значення наступні показники оцінки ефективності автомобіля: максимальна швидкість, мінімальна витрата палива і час розгону на горизонтальній дорозі з твердим покриттям високої якості.

В екологічній проблемі України автомобільний транспорт розглядається як найважливіший фактор впливу на атмосферу, літосферу і гідросферу. Тому проблема виробництва і експлуатації транспортних засобів, а також споживання енергетичних ресурсів є найважчими проблемами. Оцінку екологічної безпеки автомобіля можна вирішити шляхом комплексної оцінки ряду техніко-екологічних показників двигунів, які визначають рівень викиду шкідливих речовин в атмосферу при різних умовах експлуатації та збиток від забруднення атмосфери. Одним з основних заходів, що сприяє зменшенню викиду шкідливих речовин є зниження витрати палива. Сумарний викид залежить в основному від витрати палива і процентного вмісту шкідливих речовин.

Очевидно, що основною складністю визначення комплексного показника оцінки токсичності полягає в тому, що всі шкідливі компоненти впливають одночасно і небезпека одного посилюється присутністю іншого. Критерій сумарної токсичності є багатовимірним вектором, який важко

виразити одним числом Допустимі норми вихлопу для легкових автомобілів в Європі з дизельними і бензиновими двигунами приведені в таблицях 2.1, 2.2.

Таблиця 2.1

Допустимі норми вихлопу для дизельних двигунів

| Стандарт | Рік впровадження | Чадний газ CO, г/км | Оксиди азоту NO _x , г/км | Шкідливі речовини РМ, г/км |
|----------|------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Евро 1 | 1993 | 2,72 | - | 0,140 |
| Евро 2 | 1996 | 1,0 | - | 0,080 |
| Евро 3 | 2000 | 0,64 | 0,50 | 0,050 |
| Евро 4 | 2005 | 0,50 | 0,25 | 0,025 |
| Евро 5 | 2009 | 0,50 | 0,18 | 0,005 |
| Евро 6 | 2015 | 0,50 | 0,08 | 0,005 |

Таблиця 2.2

Допустимі норми вихлопу для бензинових двигунів

| Стандарт | Рік впровадження | Чадний газ CO, г/км | Оксиди азоту NO _x , г/км | Шкідливі речовини РМ, г/км |
|----------|------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Евро 1 | 1993 | 2,72 | – | – |
| Евро 2 | 1996 | 2,20 | – | – |
| Евро 3 | 2000 | 2,30 | 0,15 | – |
| Евро 4 | 2005 | 1,00 | 0,08 | – |
| Евро 5 | 2009 | 1,00 | 0,06 | 0,005 |
| Евро 6 | 2015 | 1,00 | 0,06 | 0,005 |

Ефективність автомобіля оцінюється також по шкідливості відпрацьованих газів (рис. 2.1.). Шкідливість відпрацьованих газів не можна оцінювати за змістом одного токсичного компонента. Необхідно враховувати загальну кількість виділених компонентів, їх шкідливість і режим роботи двигуна (розвивається потужність). У бензинових двигунах при роботі на багатих сумішах (холостий хід, малі навантаження) основними токсичними компонентами є оксид вуглецю і вуглеводню, на бідних сумішах – оксиди азоту. У дизельних двигунах основні токсичні компоненти при різних оборотах і навантаженнях – оксиди азоту, оксиди сірки, сажа та бенз(а)пірен.

Ефектом сумачі дії мають практично всі шкідливі речовини відпрацьованих газів (оксид вуглецю, оксид азоту, формальдегід, гексан, сірчистий ангідрид, аміак та ін.).

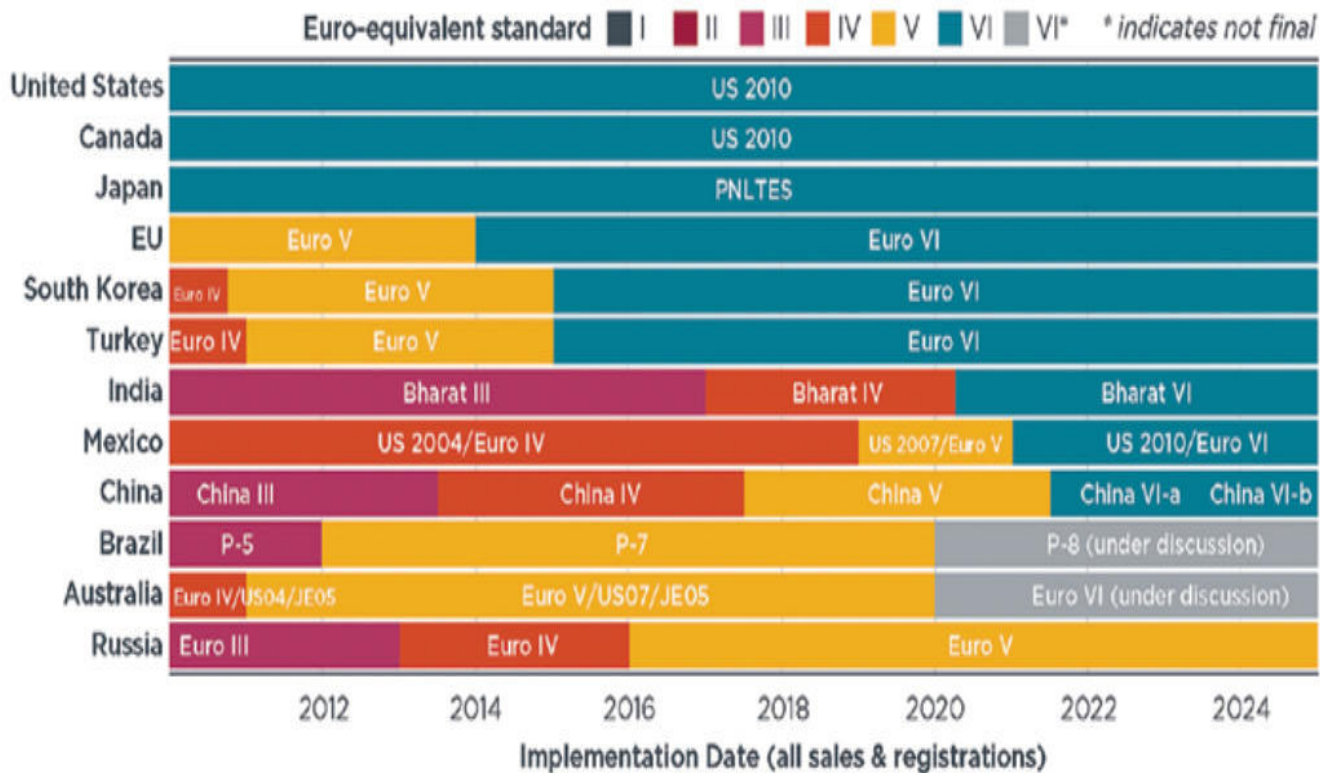


Рис. 2.1. Екосистема світу

Шум не завжди має на людину шкідливий вплив. Для нормального існування, щоб не вважати себе ізольованим від зовнішнього світу, людині потрібен шум у 20–30 дБ. Однак в салоні автомобіля рівень шуму при швидкості 50 км/год може становити 60–70 дБ і більше, при 100 км/год – 70–80 дБ. Однак в ряді випадків шум в автомобілі з меншим рівнем шуму дБА, сприймається людиною як більш неприємний, ніж в автомобілях з більш високим рівнем шуму. Тому часто додатково використовують інші оціночні параметри. Так, наприклад, використовується індекс артикуляції ІА. Індекс артикуляції характеризує можливість розмовляти нормальним голосом всередині автомобіля. Експериментально визначено рівень мови на відстані 1 м. Для сучасних легкових автомобілів середнього класу при швидкості руху

120 км/год індекс артикуляції зазвичай знаходиться в межах 25–50% (рис. 2.2, 2.3).

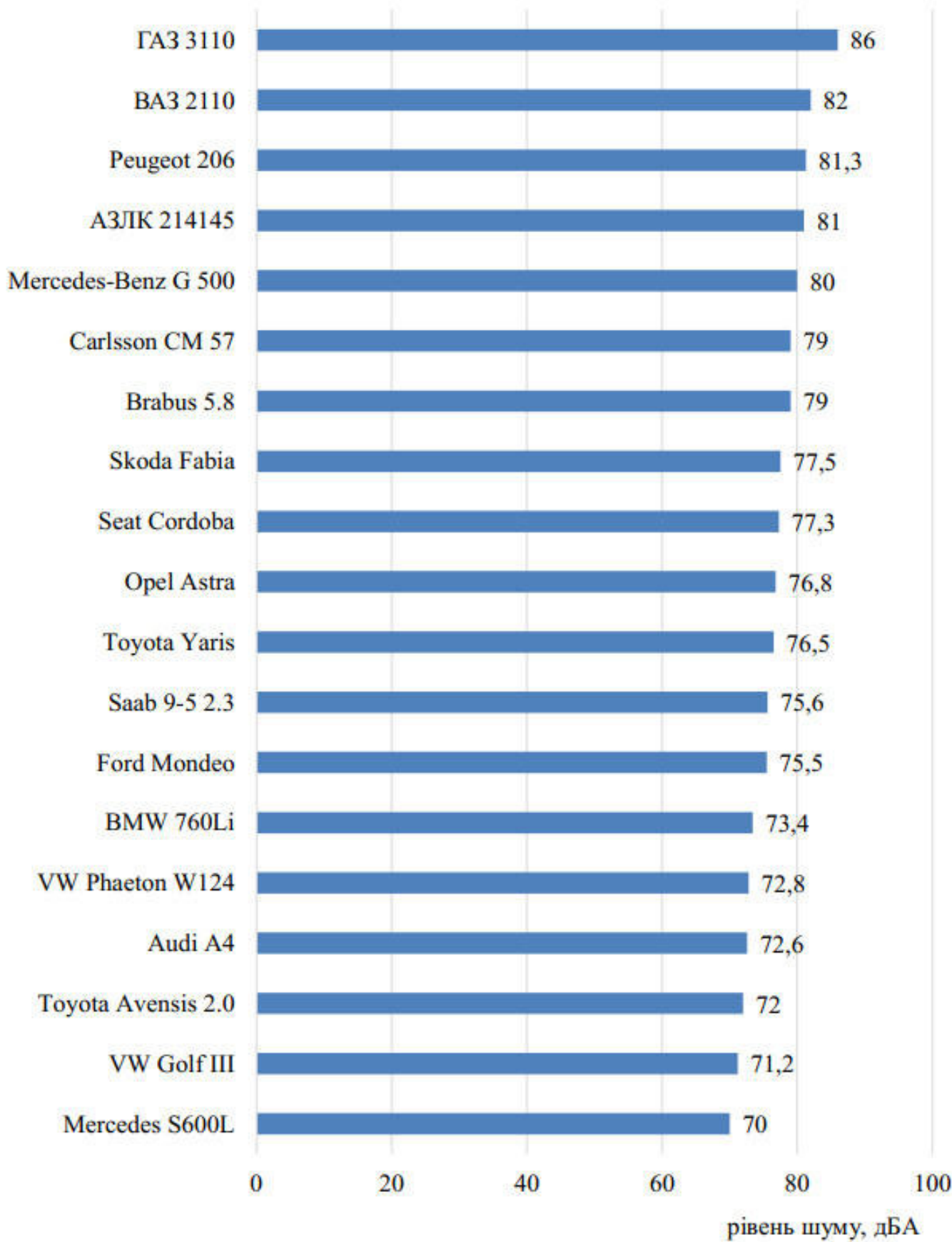


Рис. 2.2. Шум в салоні при інтенсивному розгоні до 100 км/год

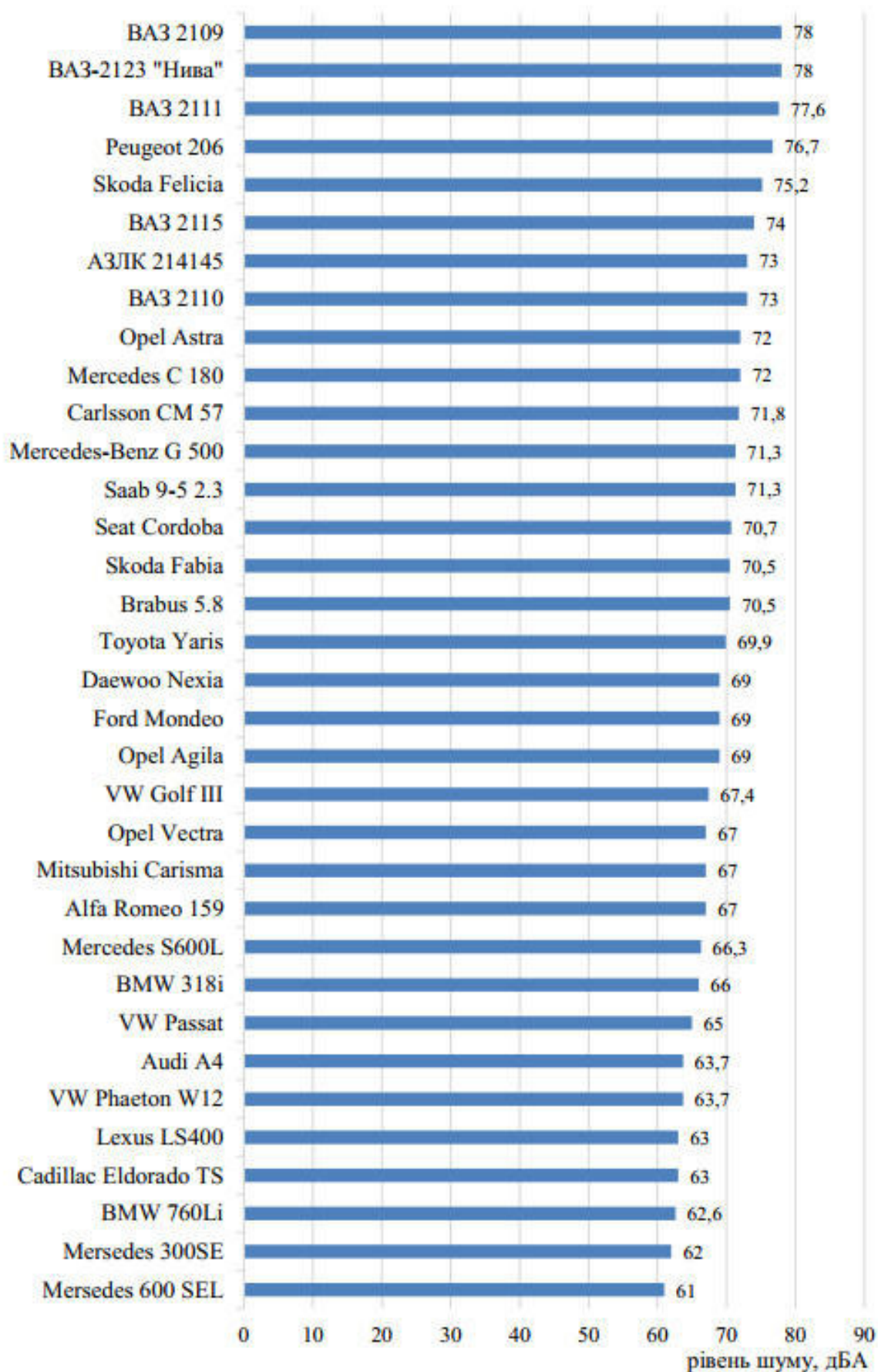


Рис. 2.3. Шум в салоні при швидкості руху 100 км/год

2.2 Математична модель оцінки показників якості та надійності автомобілів

Оцінка показників якості автомобілів на етапі експлуатації дозволяє виявити шляхи більш повного використання закладених і передбачених нормативно-технічною документацією властивостей, а також організувати збір інформації в період експлуатації, необхідної для автовиробників, технологів і конструкторів.

Якість і економічність сучасних автомобілів повинні оцінюватися технологічними і конструктивними характеристиками цих автомобілів в залежності від термінів їх виготовлення. Критерій часу в створенні нових конструкцій об'єктивно необхідний при оцінці якості автомобілів і повинен зменшуватися в зв'язку з різким скороченням термінів морального зносу обладнання, високими темпами технічного озброєння промисловості та необхідністю зниження собівартості автомобілів.

Під якістю автомобілів розуміють сукупність властивостей і показників, що визначають їх придатність для задоволення певних потреб відповідно до призначення. Вона залежить від технічного рівня машинобудування і його окремих галузей, що визначається великим числом факторів: досконалістю конструкцій автомобілів, якістю застосовуваних матеріалів, рівнем технології і засобів виробництва, рівнем стандартизації та ін.

Для оцінки якостей автомобілів розроблені показники якості. Найбільш ефективними показниками якості машин і механізмів є їх експлуатаційні показники. Експлуатаційні показники – це показники, що визначають якість виконання АТЗ заданих функцій.

Важливим критерієм оцінки якості автомобілів під час експлуатації є функціональна стабільність систем і агрегатів, які обумовлюють здатність виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного часу або напрацювання. Від функціональної стабільності автомобіля, його здатності працювати тривалий

час без відмов частих зупинок на профілактичні огляди і на ремонт, трудомісткості ремонту, а також від повсякденної готовності автомобіля до роботи залежать витрати часу і коштів на обслуговування і ремонт при експлуатації. Надійність – властивість АТЗ виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного проміжку часу або напрацювання. Показниками надійності є безвідмовність, ремонтпридатність, збереженість, а також довговічність його частин. Для цих показників диференційний метод оцінки якості автомобілів виявляється неприйнятним і слід використовувати інтегральний, як викладено вище.

Інтенсивна експлуатація сучасних автомобілів, їх автоматизація та насиченість різноманітними механізмами і керуючими пристроями, висока безпека яких повинна бути забезпечена протягом усього періоду експлуатації, пред'являють великі вимоги до показників надійності і довговічності як до одних з головних при оцінці якості автомобілів.

В основу створення нових автомобілів покладені висока надійність, економічність і екологічність. Надійність характеризується терміном служби автомобіля. Поліпшення економічності досягається за рахунок скорочення маси і розмірів автомобілів, поліпшення аеродинамічних характеристик, скорочення всіх видів механічних втрат, застосування комп'ютеризованих систем контролю і управління силовими агрегатами, контролю швидкості руху і т.п. Вимоги зручностей при проведенні технічного обслуговування і ремонту, високої надійності, економічності і екологічності є основними при оцінці якості автомобілів. Якісний і надійний автомобіль коштує дорожче. Це компенсується в процесі його використання, так як підтримання його працездатного стану буде витрачено менше коштів, в нього закладено великий ресурс безвідмовної роботи систем, механізмів і конструктивних елементів. Чим надійніше автомобіль, тим довше буде виконувати задані функції, зберігаючи при цьому експлуатаційні показники в установлених межах протягом необхідного проміжку часу в різних умовах експлуатації.

У різних умовах експлуатації автомобілі з різним рівнем надійності потребують на підтримку працездатності стану різних матеріальних і трудових витрат. Тому при оцінці якості конкретного автомобіля необхідно враховувати його функціональну стабільність на етапі експлуатації.

Якість автомобіля з урахуванням його функціональної стабільності та енергоємності експлуатації в різних умовах роботи оцінюється з позиції періодичності виконання технічних впливів, енерговитрат і вартості робіт по технічному обслуговуванню та ремонту.

Критерій, що оцінює функціональну стабільність автомобіля, визначається за формулою:

$$K_H = \frac{0.01 \cdot H_{л.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{K_B \cdot C_{авт}}, \quad (2.1)$$

де K_B – коефіцієнт, що враховує зовнішні умови роботи автомобіля

$$K_B = \frac{V_a}{0.3 \cdot V_{max}}, \quad (2.2)$$

$C_{авт}$ – вартість нового автомобіля, грн.;

C_T – вартість одного літра палива, грн.;

$H_{л.min}$ – мінімальна витрата палива автомобілем, л/100 км;

$L_{гар}$ – гарантійний пробіг автомобіля, км.

Критерій який оцінює функціональну стабільність автомобіля з ДВЗ:

$$K_H = \frac{0.079 \cdot N_{max} \cdot g_{e.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot \rho_T \cdot V_a} = \frac{A}{V_a}, \quad (2.3)$$

де $A = \frac{0.079 \cdot N_{max} \cdot g_{e.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot \rho_T}$

На рисунку 2.4 показано зміну критерію функціональної стабільності автомобіля з ДВЗ, гібридних та електромобілів в залежності від середньої швидкості руху автомобіля.

Для визначення інтегрального показника автомобіля необхідно визначити значення критерію оцінки якості комфорту. У період динамічного зростання високо конкурентного автомобільного ринку постійно підвищується рівень комфорту як водія, так і пасажирів. Це досягається за рахунок поліпшення конструкції автомобіля, тобто розмірів салону,

багажника, колії коліс та колісної бази, а також рівня шуму та температури в салоні. Отже, кількісно критерій комфорту можна визначити з рівняння:

$$K_{\Phi} = \frac{L_{\delta}}{L_{\kappa} \cdot L_{opt}} \cdot \frac{K_{\kappa} \cdot Y_{\text{ш}}}{Y_{\text{ш.max}}}, \quad (2.4)$$

де L_{δ} , L_{κ} – відповідно база і колія коліс автомобіля, м;

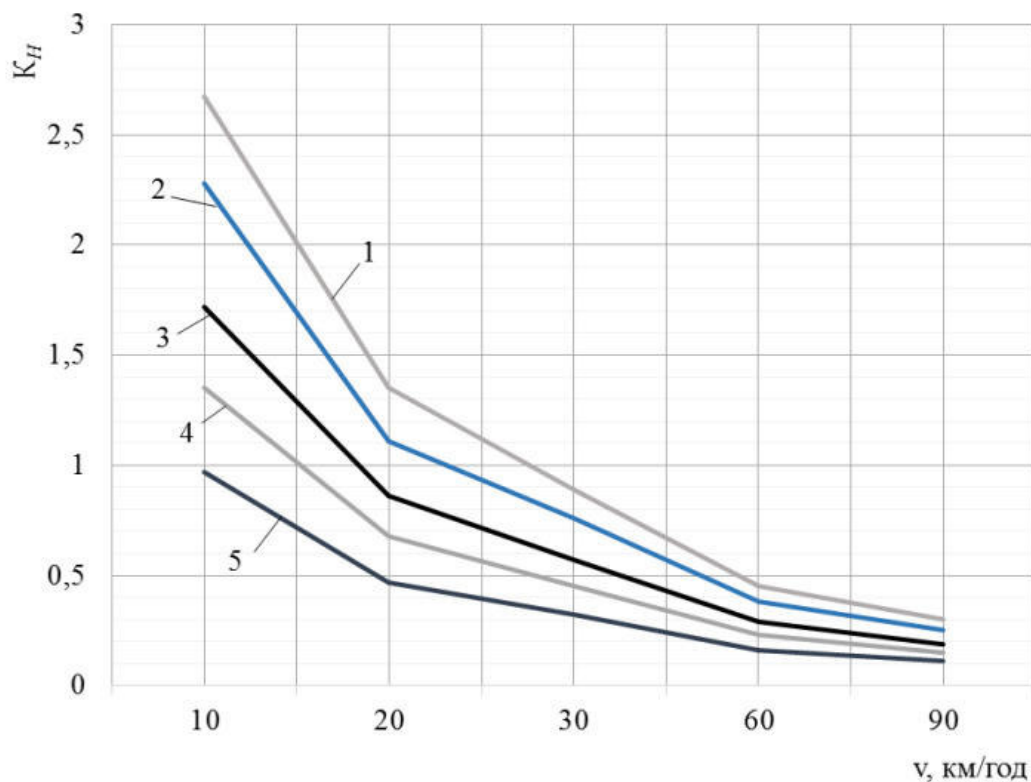
L_{opt} – оптимальне співвідношення бази і колії коліс автомобіля, які дорівнюють значенню 1,6;

K_{κ} – коефіцієнт що враховує наявність кондиціонера $K_{\kappa} = 0,9$, а кліматконтроля

$K_{\kappa} = 0,8$;

$Y_{\text{ш}}$ – рівень шуму в салоні при русі автомобіля, дБ;

$Y_{\text{ш.max}}$ – найбільше значення рівня шуму в салоні, яке становить $Y_{\text{ш.max}} = 80$ дБ.



1 - Lanos Sens; 2 – Mitsubishi Lancer; 3 – Chevrolet Aveo;

4 – Toyota Prius; 5 – Nissan Leaf

Рис. 2.4. Зміна критерію функціональної стабільності автомобіля з ДВС, гібридних та електромобілів в залежності від середньої швидкості руху автомобіля

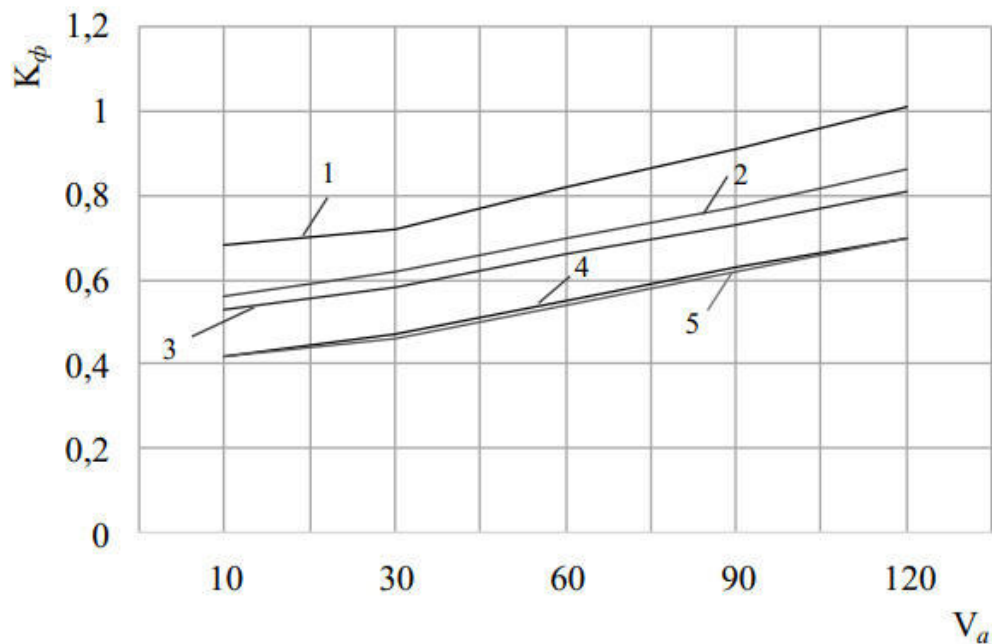
Таким чином, рівняння визначення критерію комфорту матиме вигляд:

$$K_{\Phi} = \frac{L_{\phi} \cdot K_k \cdot Y_{\text{ш}}}{128 \cdot L_k}, \quad (2.5)$$

де $Y_{\text{ш}} = z + 0.2V_a$ для автомобілів з ДВЗ $z=40$, а для електромобілів і гібридних $z=30$.

Оцінка ефективності АТЗ, як відомо, здійснюється за допомогою обґрунтованої системи наступних показників: одиничних, узагальнених, комплексних і інтегральних. Причому технічний рівень АТЗ традиційно оцінюється за допомогою показників експлуатаційних властивостей в порівнянні з автомобілем – аналогом, а якість – в порівнянні з нормованим показниками. Отже, в основі визначення ступеня досконалості конструкції автомобіля лежить оцінка його експлуатаційних властивостей.

На рис. 2.5 наведені зміни критерію комфорту автомобілів в залежності від середньої швидкості руху.



1 – Lanos Sens; 2 – Chevrolet Aveo; 3 – Mitsubishi Lancer;

4 – Toyota Prius; 5 – Nissan Leaf

Рис. 2.5. Зміна критерію комфорту від середньої швидкості руху автомобіля

Критерій якості технічних рішень визначається на підставі аналізу значень показників автомобіля, які оцінюються та відповідних показників аналогів, які відображають кращі світові тенденції їх розвитку. До значень показників оцінюваного автомобіля відносяться: витрата палива, маса автомобіля, час розгону до 100 км/год, максимальна швидкість. Виходячи зі сказаного вище, критерій оцінки якості технічних рішень для автомобілів з ДВЗ і гібридною силовою установкою можна визначити так

$$K_T = \frac{0.036 \cdot H_{min} \cdot t_p \cdot \rho_T \cdot V_{max}}{G_a}, \quad (2.6)$$

а для електромобілів критерій оцінки якості технічних рішень

$$K_T^e = \frac{0.324 \cdot E_{AKB} \cdot t_p \cdot \rho_T \cdot V_{max}}{L_3 \cdot G_a}. \quad (2.7)$$

Зміни критерію оцінки якості наведено на рис. 2.6.

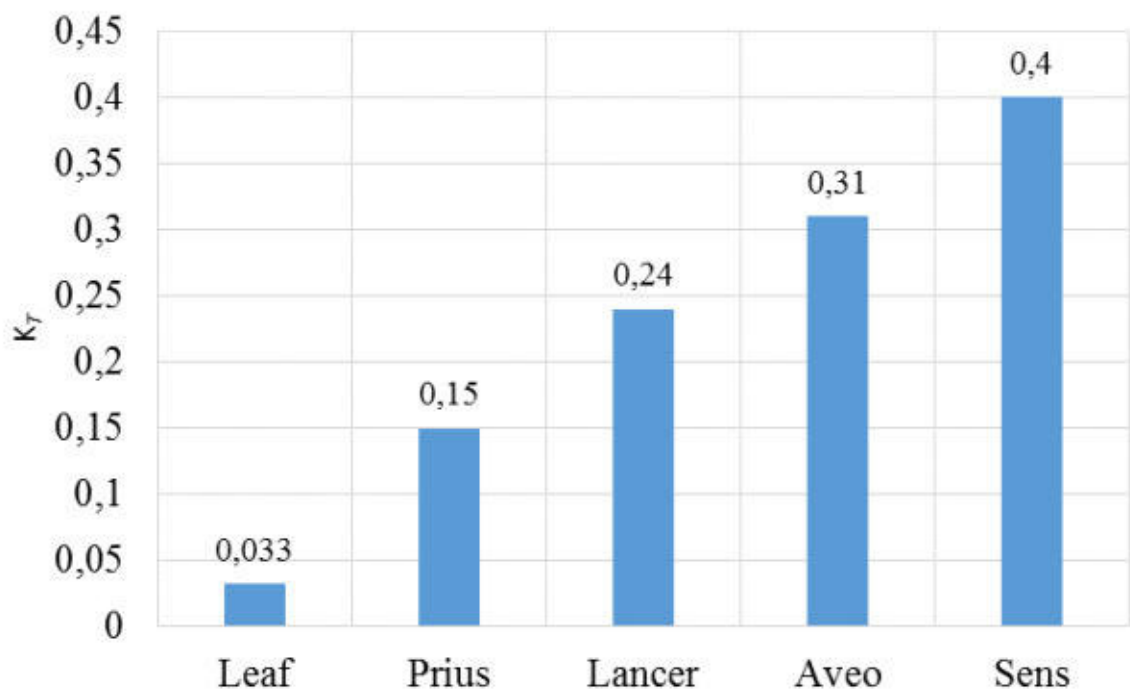


Рис. 2.6. Зміна критерію оцінки якості технічних рішень по маркам автомобілів

У країнах ЄС контроль екологічних параметрів автомобілів здійснюється при проходженні технічних оглядів, з обов'язковою сплатою екологічного платежу всіма власниками ТЗ. Під час експлуатації автомобілі

підлягають екологічному огляду, із виданням зеленого талона на спеціально атестованих пунктах (майстернях, станціях техобслуговування). Дорожня поліція безпосередньо на шляхах екологічного контролю не проводить, але перевіряє наявність екологічного огляду. В разі відсутності зеленого талона та невідповідності екологічним нормам передбачено застосування штрафних санкцій і платний екологічний огляд.

Основною трудностю визначення показника якості екологічної безпеки і сумарної токсичності полягає в тому, що всі шкідливі компоненти впливають одночасно і небезпека одного посилюється присутністю іншого.

Критерій сумарною токсичності є багатовимірним вектором, якій важко висловити одним числом.

Ефектом сумачії дій мають практично всі шкідливі речовини відпрацьованих газів. У зв'язку з цим оцінити якість екологічної безпеки автомобіля можна істотно спростити, якщо прийняти за базову норму стандарту (Євро-6) оксид азоту (NO_x) рівній 0,06 г/км для бензинових і 0,08 г/км для дизельних двигунів, а витрату палива прийняти в розрахунку мінімальну. Тоді розрахункові вирази визначення якості екологічної безпеки можна записати як для автомобілів з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ) (2.8), так для гібридних автомобілів (2.9):

$$K_e = \frac{0.0033 \cdot H_{л.min} \cdot V_{max}}{K_{NO_x} \cdot V_a}, \quad (2.8)$$

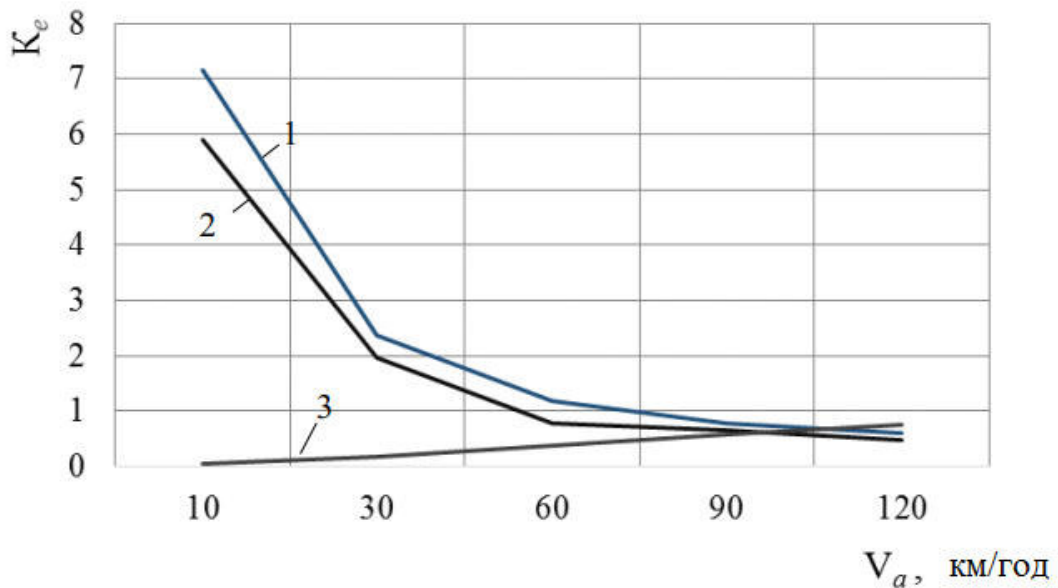
де K_{NO_x} – допустима норма оксиду азоту за стандартом (Євро-6), г/км.

$$K_e = \frac{0.0275 \cdot H_{л.min} \cdot N_e \cdot V_a}{K_{NO_x} \cdot V_{max} \cdot N_{ДВС}}, \quad (2.9)$$

де N_e – потужність електродвигуна, кВт;

$N_{ДВС}$ – потужність ДВЗ, кВт.

Зміна критерію екологічної безпеки від середньої швидкості руху автомобілів наведені на рисунку 2.7.



1 – Mitsubishi Lancer; 2 – Chevrolet Aveo; 3 – Toyota Prius

Рис. 2.7. Залежність критерію екологічної безпеки від середньої швидкості руху автомобіля

В теорії автомобіля для оцінки гальмівних властивостей використовується ряд показників: максимальне уповільнення, гальмівний шлях, час спрацьовування гальмівних механізмів, падіння ефективності внаслідок тривалої роботи (нагрівання), діапазон і алгоритм зміни гальмівних зусиль.

В технічній характеристиці автомобіля приводиться значення гальмівного шляху до повної зупинки при швидкості 100 км/год по сухій дорозі. В таблиці 2.3 наведені значення гальмівного шляху по різним маркам автомобілів [4].

Таблиця 2.3

Гальмівний шлях автомобілів

| Марка автомобілів | Гальмівний шлях, м |
|---------------------|--------------------|
| BMW M3 GTS | 32,6 |
| Lexus LFA | 33,3 |
| Porsche 911 Carrera | 33,8 |
| Mitsubishi Lancer | 39 |
| Chevrolet Aveo | 41 |
| Toyota Prius | 39 |

Узагальнюючим критерієм оцінки безпеки автомобілів може бути визначений з наступного рівняння:

$$K_6 = \frac{1.8 \cdot S_T}{n_3 \cdot S_{Tmax}}, \quad (2.10)$$

де n_3 – кількість зірок отриманих в оціночному рейтингу краш-тестів;

S_T – гальмівний шлях при швидкості 100 км/год, м;

S_{Tmin} – найменший гальмівний шлях серед усіх учасників експерименту автомобілів, м.

Чисельні значення критерію оцінки якості безпеки приведені на рисунку 2.8.

Математичні залежності критеріїв оцінки якості автомобілів наведені в таблиці 2.4.

Проблему перетворення багатокритеріальної задачі оцінки якості в однокритеріальних можна вирішити способом формування інтегрального показника.

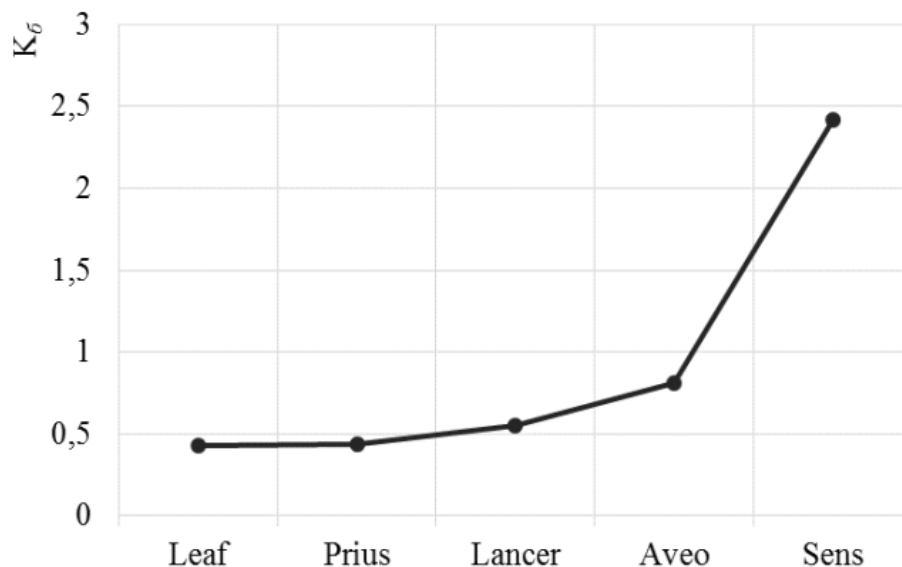


Рис. 2.8. Зміни критерію оцінки якості безпеки по маркам автомобілів

Математична модель інтегрального показника якості з урахуванням швидкості руху складе:

– для автомобілів із ДВЗ:

$$K_I = F + Z(40 + 0.2V_a) + \frac{A+D}{V_a}, \quad (2.11)$$

де

$$F = \frac{1.8 \cdot S_T}{n_3 \cdot S_{Tmin}} + \frac{0.036 \cdot H_{л.min} \cdot t_p \cdot \rho_T \cdot V_{max}}{G_a} ; \quad (2.12)$$

$$Z = \frac{L_6 \cdot K_k}{128 K_k} ; \quad (2.13)$$

$$A = \frac{0.079 \cdot N_{max} \cdot g_{e.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot \rho_T}, \quad (2.14)$$

$$D = \frac{0.0033 H_{л.min} \cdot V_{max}}{K_{NO_x}} ; \quad (2.14)$$

– для гібридних автомобілів:

$$K_I^f = F + Z(30 + 0.2V_a) + \frac{C}{V_a} + D_r \cdot V_a, \quad (2.15)$$

де

$$D_r = \frac{0.0275 \cdot H_{л.min} \cdot N_e}{K_{NO_x} \cdot V_{max} \cdot N_{max}}, \quad (2.16)$$

– для електромобілів:

$$K_I^e = F_e + Z(30 + 0.2V_a) + \frac{B}{V_a}, \quad (2.17)$$

де

$$F_e = \frac{1.8 \cdot S_T}{n_3 \cdot S_{Tmin}} + \frac{0.324 \cdot E_{АКБ} \cdot t_p \cdot V_{max}}{L_3 \cdot G_a}. \quad (2.18)$$

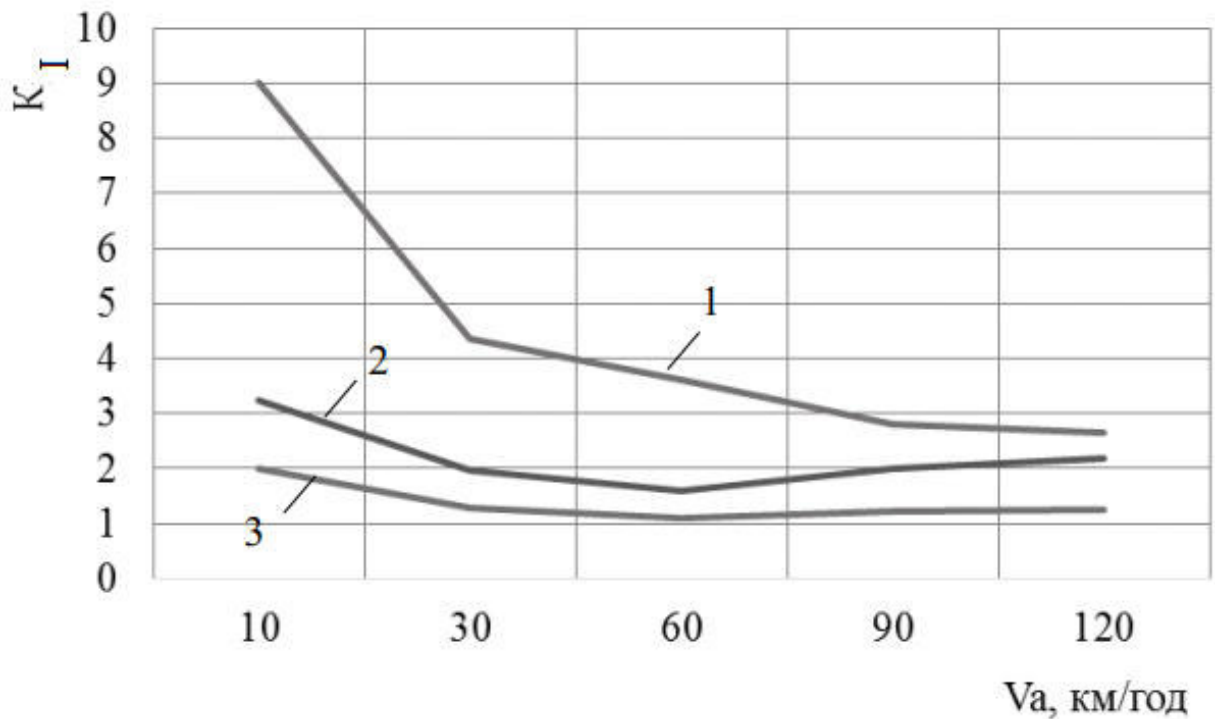
Таблиця 2.4

Математичні залежності критеріїв оцінки якості автомобілів

| Показники якості | Математичні вирази |
|----------------------------|---|
| Комфорт | $K_{\Phi} = \frac{L_6 \cdot K_k \cdot Y_{III}}{128 \cdot L_k}$ |
| Функціональна стабільність | <p>для автомобілів із ДВЗ</p> $K_H = \frac{0.079 \cdot N_{max} \cdot g_{e.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot \rho_T \cdot V_a} = \frac{A}{V_a},$ <p>де $A = \frac{0.079 \cdot N_{max} \cdot g_{e.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot \rho_T}$</p> <p>для гібридних автомобілів</p> $K_H = \frac{C}{V_a}, \text{ де } C = \frac{20 \cdot N_{max} \cdot g_{e.min} \cdot C_T \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot \rho_T \cdot V_{max}}$ <p>для електромобілів</p> $K_H^e = \frac{2.7 \cdot E_{АКБ} \cdot V_{max} \cdot C_e \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot L_3 \cdot V_a} = \frac{B}{V_a},$ <p>де $B = \frac{2.7 \cdot E_{АКБ} \cdot V_{max} \cdot C_e \cdot L_{гар}}{C_{авт} \cdot L_3}$</p> |

| | |
|--------------------|--|
| Безпека | $K_6 = \frac{1.8 \cdot S_T}{n_3 \cdot S_{Tmin}}$ |
| Технічні рішення | <p>для автомобілів із ДВЗ</p> $K_T = \frac{0.0033 \cdot H_{л.min} \cdot V_{max}}{K_{NO_x} \cdot V_a}$ <p>для електромобілів</p> $K_T^e = \frac{0.324 \cdot E_{AKB} \cdot t_p \cdot \rho_T \cdot V_{max}}{L_3 \cdot G_a}$ |
| Екологічна безпека | <p>для автомобілів із ДВЗ</p> $K_e = \frac{0.0033 \cdot H_{л.min} \cdot V_{max}}{K_{NO_x} \cdot V_a}$ <p>для гібридних автомобілів</p> $K_e^r = \frac{0.0275 \cdot H_{л.min} \cdot N_e \cdot V_a}{K_{NO_x} \cdot V_{max} \cdot N_{max}}$ |

На рис. 2.9 показана зміна інтегрального показника якості від середньої швидкості руху по трьом моделям автомобілів.



1 – Chevrolet Aveo; 2 – Toyota Prius; 3 – Nissan Leaf

Рис. 2.9. Зміна інтегрального показника якості від середньої швидкості руху по трьом моделям автомобілів

Висновки по розділу 2

1. В результаті проведення досліджень встановлена теоретична залежність зміни інтегрального критерію оцінки якості легкових автомобілів від зовнішніх умов експлуатації. Зі збільшенням середньої швидкості руху спостерігається зменшення інтегрального критерію для автомобілів з ДВЗ, а для електромобілів та гібридних автомобілів значення інтегрального критерію менше в 3–4 рази, ніж для автомобілів з ДВЗ.

2. Критерії оцінки якості комфорту, надійності та екологічної безпеки залежать від середньої швидкості руху автомобіля, а критерії оцінки якості технічних рішень та безпеки від конструктивних рішень. Зі збільшенням середньої швидкості руху автомобіля спостерігається збільшення критерію комфорту для всіх типів автомобілів в 1,6–2 рази, критерій оцінки екологічної безпеки базових автомобілів зменшується в 9–11 раз, а гібридних автомобілів збільшується в 8–10 раз. При максимальній середній швидкості руху критерії оцінки екологічної безпеки базових та гібридних автомобілів рівні. Критерій оцінки надійності базових, гібридних та електромобілів зі збільшенням середньої швидкості руху зменшується в 10–11 раз. Але слід зазначити, що критерій оцінки якості надійності базових автомобілів в 1,3–1,5 рази більше, ніж гібридних автомобілів та в 1,8–2,0 рази більше ніж електромобілів.

3. Зі збільшенням середньої швидкості інтегральний показник якості базових автомобілів зменшується, а гібридних та електромобілів має мінімум при середній швидкості 50–70 км/год. В цілому ж інтегральний показник якості для базових автомобілів в 1,5–3,0 рази більше гібридних і в 2–4 рази більше електромобілів. З теоретичних досліджень випливає, що чим менше значення інтегрального показника якості, тим якісніше автомобіль.

РОЗДІЛ 3
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
АВТОМОБІЛІВ

**3.1 Технічний сервіс як фактор стимулювання забезпечення якості
АТЗ**

Технічний сервіс - сукупність технічних засобів та комплексних заходів спрямованих на організаційно-технічну підтримку та подальший гарантійний і післягарантійний супровід АТЗ виробника або реалізатора (рис. 3.1).

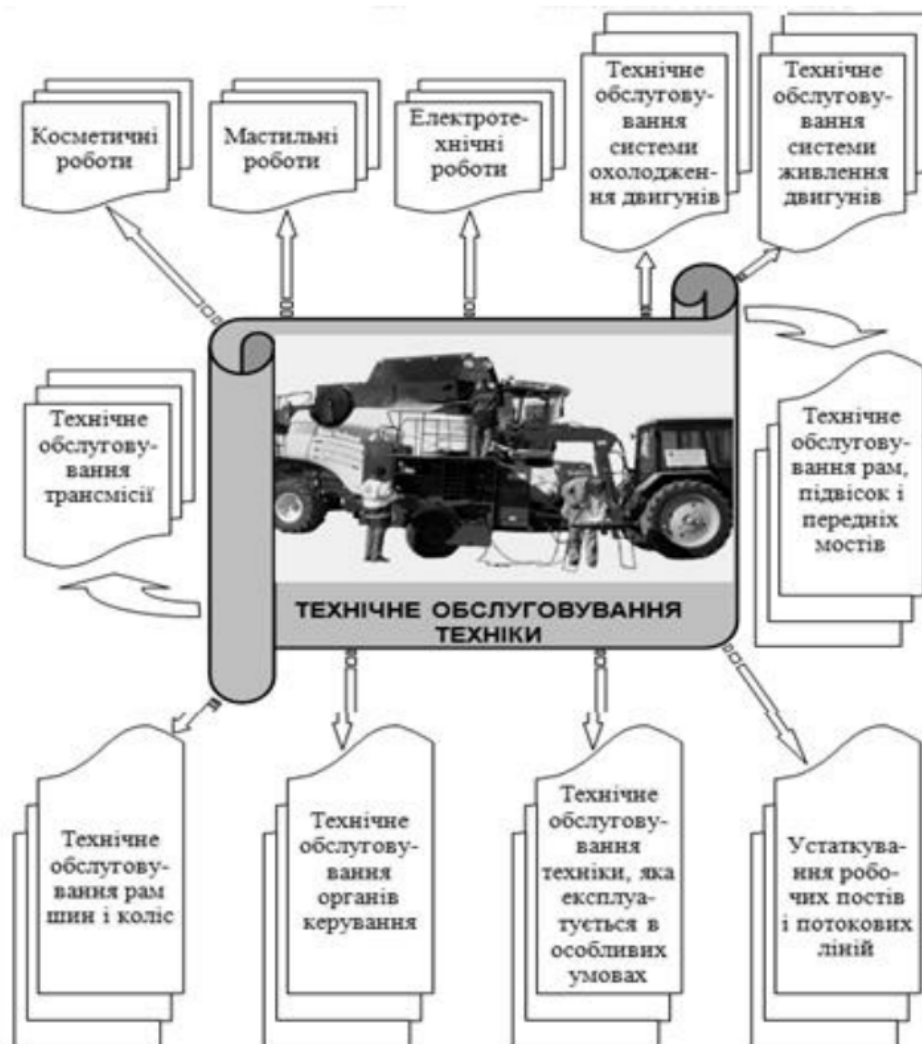


Рис. 3.1. Схема технічного обслуговування АТЗ

Діяльність сервісного підрозділу направлена на підвищення рентабельності підприємства шляхом неухильного задоволення вимог

споживачів та формування позитивного і між підприємства через обслуговування товарів "брендів", які воно представляє.

Зона відповідальності сервісу - від моменту продажу до утилізації або списання АТЗ у часі (пробігу) та за зоною його розповсюдження.

Види сервісу:

1. Гарантійний сервіс - технічне обслуговування АТЗ передбачене гарантійними зобов'язаннями виробника за його рахунок.

2. Післягарантійний сервіс - технічне обслуговування АТЗ з моменту закінчення терміну дії передбаченим гарантійними зобов'язаннями виробника.

3. Передпродажний - передбачає: ремонт виявлених під час продажу несправностей або ремонт з метою подальшого продажу з гарантією продавця.

Технічний стан АТЗ – стан, який характеризується в певний момент часу, за певних умов зовнішнього середовища значеннями параметрів, установлених технічною документацією на АТЗ.

Одним із вирішальних чинників для споживача при виборі на ринку АТЗ є реальна можливість виробника (постачальника) забезпечити їх технічне обслуговування протягом всього періоду експлуатації. Тому поліпшення сервісу АТЗ є важливим елементом стратегії управління збутом АТЗ в системі маркетингу. Високоякісний сервіс в значній мірі визначає конкурентоспроможність АТЗ, збільшує попит на нього. Роль сервісного обслуговування, що забезпечує ефективне використання устаткування ТОiP є одним з основних компонентів, що дозволяють підтримувати марку підприємства і його продукції на високому рівні (рис. 3.2).

Сервісне обслуговування представляє собою сукупність робіт, що виконуються службою сервісного обслуговування підприємства-виробника з метою забезпечення правової захищеності та соціально-економічної задоволеності покупця в результаті використання їм придбаного товару.

До критеріїв сервісного обслуговування належать:

1) номенклатура та кількість – кількість відмовлень покупців від вже оформленої покупки чи послуги в загальній масі послуг за аналізований період;

2) якість – на скільки АТЗ за рівнем якості відповідає вимогам ринку, стандарту чи договору;

3) час (пробіг) – здійснення поставок чи виконання інших послуг відповідно до нормативних або інших документів;

4) ціна АТЗ;

5) надійність надання сервісу – забезпечення покупців сервісом за критеріями часу (пробігу), кількості та якості АТЗ [19].

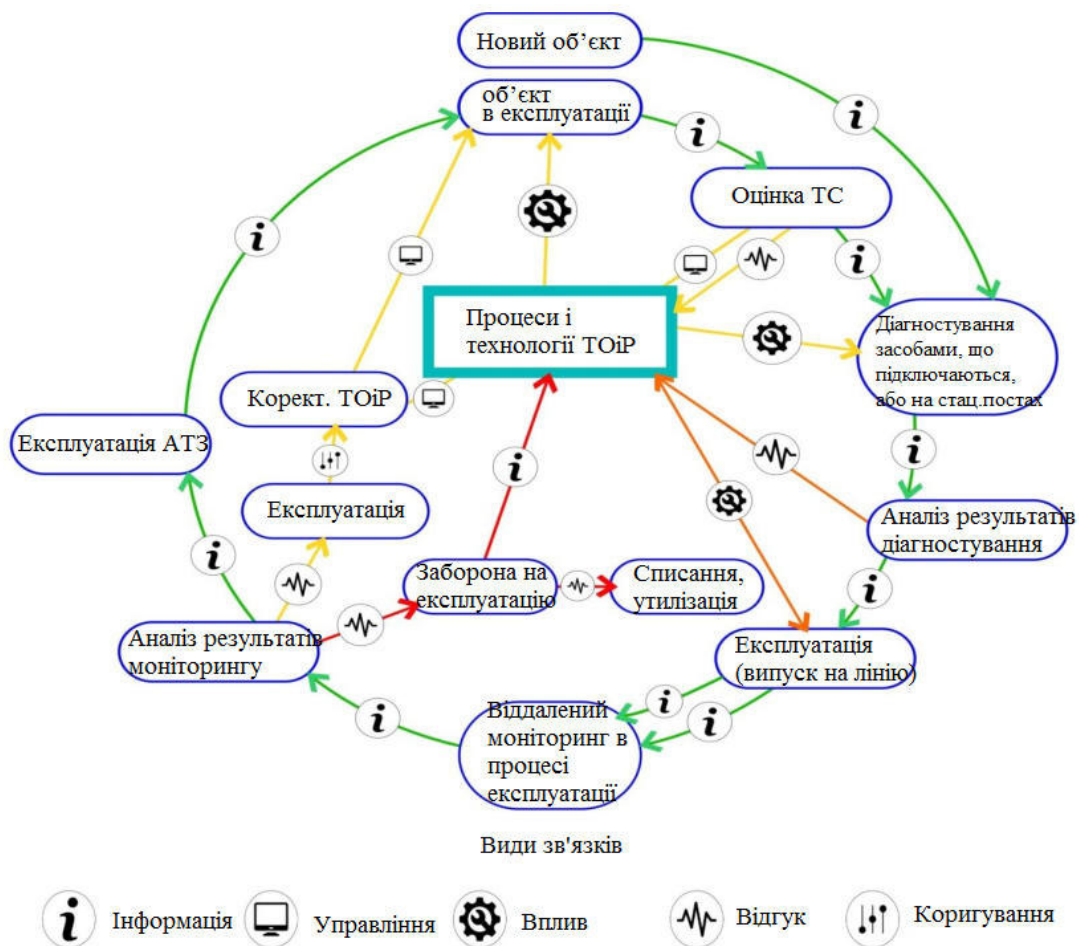


Рис. 3.2. Процеси ТО та технології забезпечення якості АТЗ

Фірмове обслуговування – це більш високий рівень сервісного обслуговування, коли підприємство-виробник бере на себе не тільки

виробництво, але й повне або часткове обслуговування відповідної техніки, тобто воно виконує функції першого й другого етапів виробничого процесу [21]. Характеристика кожного виду повного фірмового обслуговування наведена у таблиці.

Таблиця 3.1

Склад повного сервісного обслуговування

| Вид сервісного обслуговування | Характеристика |
|--------------------------------------|--|
| Допродажне обслуговування | - демонстрація АТЗ; - консультації |
| Сервіс на стадії здійснення продажу | - обробка замовлення; - процедура підготовки АТЗ (огляд та перевірка); - заповнення документації; - перевірка правильності угоди; - оформлення (упаковка); - навчання |
| Післяпродажне обслуговування | - доставка, наладка, монтаж, регулювання, ТО; - консультації |
| Гарантійний період експлуатації | - постачання запасних частин; - технічне обслуговування; - поточний ремонт |
| Післягарантійний період експлуатації | - капітальний ремонт; - консультації, навчання |

3.2 Сервісне обслуговування АТЗ як інструмент маркетингу

Сучасне сервісне обслуговування в системі маркетингових комунікацій посідає таке саме почесне місце, як і класичні інструменти — рекламування АТЗ виробника, стимулювання продажу АТЗ за певних умов, робота з громадськістю і персональний продаж. Маркетингова концепція пропонує принципово нові інструменти, які уможливають ефективне функціонування підприємства-виробника товару в умовах невизначеності зовнішнього середовища та зростання конкуренції. Розширення дійових інструментів маркетингу дає змогу підприємству вирішувати стратегічні довгострокові завдання, проникнути на нові сегменти та ринки з товарами, вже відомими

ринку, та з новими, що тільки вийшли на ринок, виокремити себе серед конкурентів завдяки сервісному обслуговуванню й встановити довготривалі зв'язки з покупцями своїх товарів. Тобто сервісне обслуговування допомагає створити коло постійних покупців товарів підприємства, перетворюючи їх завдяки підвищенню сервісу та якості використання АТЗ на прихильників товарної марки, що й є завданням маркетингової політики комунікацій. Розвиток якісного, відповідно до сучасних вимог споживача, сервісного обслуговування протягом усього життєвого циклу АТЗ розглядається маркетингологами як передумова перенесення маркетингових зусиль на новий щабель. Завданням маркетингу стає не проблема виробництва речей для споживання, а проблема «виробництва людей», тобто створення суспільства людей з певним стилем життя, що відповідає потребам споживацької аудиторії, яка бажає мати певні умови користування товарами та обслуговування їх за найвищими стандартами.

Тому сучасний маркетинг формує новий підхід до набору інструментів, за допомогою яких можна залучити потенційного покупця. Ставлячи над усе саму людину та її обслуговування (а АТЗ – це теж обслуговування, але матеріальне), маркетинг розглядає людину та її потреби як цільові орієнтири розвитку економіки країни.

Метою сервісного обслуговування є безпосереднє задоволення потреб людини – потенційного покупця. Але матеріальне виробництво також має на меті задоволення людських потреб. Однак таке задоволення потреб не відбувається безпосередньо: воно має кілька щаблів і стадій, розподілених у часі та просторі. Сервісне обслуговування, навпаки, функціонує в умовах збіжності виробництва та споживання (використання). Особливість сервісного обслуговування полягає в тому, що у цій сфері діяльності, її пропорційності та рівні розвитку відбивається якість життя людей – міра їхнього благополуччя та життєзадоволення.

Принципи маркетингу у сфері сервісного обслуговування, на думку фахівців, можна сформулювати так:

- виготовлення АТЗ та надання послуг ТОіР, які повністю відповідають попиту споживачів;
- виведення на ринок засобів вирішення проблем споживачів, які втілені у конкретному АТЗ;
- орієнтування на досягнення кінцевого результату виробництва та продажу АТЗ – ефективну реалізацію товарів підприємства та завоювання певної частки ринку;
- використання принципів комплексного підходу до вирішення проблем потенційної цільової аудиторії;
- створення умов для відтворювання попиту;
- урахування соціального чинника на всіх етапах маркетингового процесу.

Щодо маркетингової політики комунікацій, то сервісне обслуговування вимагає врахування таких чинників:

- процес продажу послуги інтерпретується як послідовність стимулів та реакцій. Фахівці вважають, що наочна пропозиція вигод від придбання товарів з додатковими сервісними послугами є дійовим стимулом для купівлі товару, оскільки збільшує кількість споживачів;

- повсякденна орієнтація на бажання та вимоги споживача – запорука успіху комунікацій підприємства з цільовою аудиторією. Необхідно виокремлювати:

- 1) сервісне обслуговування як безперечну вигоду за умов, коли АТЗ підприємства-виробника та його конкурентів мало чим різняться;

- 2) послуги сервісу ТОіР, які якнайбільше та найефективніше відповідають запитам потенційних споживачів;

- процес сервісного обслуговування складається з кількох фаз: передпродажне, у процесі продажу та післяпродажне обслуговування споживача (користувача) товару, які споживач має пройти за період життєвого циклу товару. Важливо поступово орієнтувати споживача на здійснення

купівлі за умови розроблення заходів із маркетингових комунікацій, не обминаючи жодної з цих фаз;

- виробник товару та його торгові посередники переконливі тоді, коли вони спроможні підтримати потенційного покупця під час прийняття ним рішення щодо придбання товару цього виробника. Фахівці вважають, що відповідно до теорії рішень необхідно створити позитивне ставлення до АТЗ через надання сервісних послуг і зниження відчуття ризику, яке виникає у покупця, якщо він спочатку сплачує гроші за товар виробника, і лише потім, через певний час, маючи досвід використання (застосування) товару, може оцінити міру вирішення своїх проблем завдяки його купівлі.

Якість сервісного обслуговування впливає на імідж підприємства-виробника АТЗ. Як компоненти характеристик підприємства фахівці розглядають такі послуги:

- якість, асортимент, ціна, гарантії, соціальна престижність послуг підприємства-виробника;
- зручність місць розташування сфери обслуговування;
- способи організації процесу надання сервісного обслуговування та оформлення приміщень тих фірм, які надають послуги покупцям АТЗ;
- націленість на вирішення проблем споживача, близькість до споживача, широкі безпосередні контакти виробника, посередника та споживача.

Конкуренція на сучасних ринках — це конкуренція не між тим, що вироблено підприємством та його конкурентами, а між тим, чим вони різняться у сфері сервісного обслуговування. Тому для сервісного обслуговування як інструменту маркетингу має велике значення формування культури підприємництва, комплексного, тобто інтегрованого, сервісного обслуговування, здійснення постійного контролю за якістю послуг, формами та методами розповсюдження таких послуг.

Сучасна маркетингова класифікація товару за параметром його повної вартості протягом усього терміну існування зумовила оптимізацію структури

сукупних витрат на розроблення, виготовлення, продаж і сервісне обслуговування товару підприємства-виробника.

Фахівцями розроблено систему маркетингового інтегрованого менеджменту «товару з додатковим продуктом», тобто АТЗ із сервісним обслуговуванням. Пропозицію такого АТЗ вони зобразили просторово у вигляді куба, вершини якого знаходяться на перехресті різних параметрів.

Планування сервісного обслуговування відбувається паралельно з розробленням АТЗ в реальному виконанні згідно з тою чи тою стратегією технологічного розвитку. За потреби узгодити вимоги сервісу і вимоги АТЗ існуючі умови сервісного обслуговування можуть бути використані для того, щоб їх поліпшити або замінити взагалі.

Фахівці вирізняють такі етапи процесу розроблення системи інтегрованої маркетингової політики комунікацій «АТЗ-послуга»:

- 1) нульова точка. Вихідна точка розроблення нового АТЗ;
- 2) перший етап: розроблення пропозицій сервісного обслуговування у процесі виготовлення товару;
- 3) другий етап: розроблення пропозицій послуг з обслуговування у процесі продажу АТЗ;
- 4) третій етап: інтегроване розроблення товару — в реальному виконанні та із застосуванням послуг сервісного обслуговування;
- 5) четвертий етап: установлення принципів управління АТЗ у часі;
- 6) п'ятий етап: визначення системи управління товаром у реальному виконанні протягом терміну його використання;
- 7) шостий етап: визначення системи управління сервісним обслуговуванням протягом терміну життєвого циклу АТЗ;
- 8) сьомий етап: установлення системи інтегрованого управління сукупною пропозицією корисної функції, тобто вирішення проблеми споживача у разі купівлі ним АТЗ виробника.

Етапи та зв'язки менеджменту сервісного обслуговування АТЗ наведено на рис. 3.3.

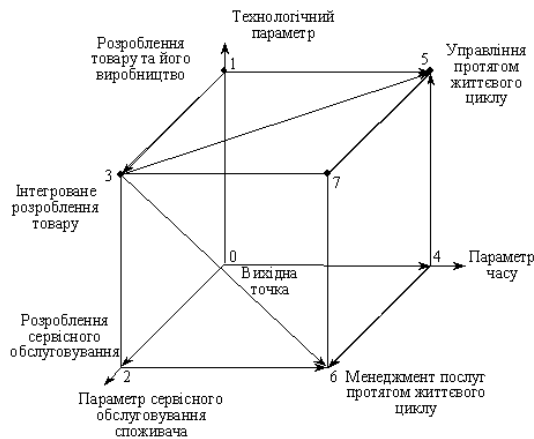


Рис. 3.3. Етапи та зв'язки АТЗ із доповненням (сервісним обслуговуванням)

3.3 Розвиток технічної експлуатації автомобілів

Транспортний комплекс – це велика і дуже складна система, що динамічно розвивається, а безпосередньо сам транспорт – найбільше благо людства, яке задовольняє одну з найважливіших потреб людини, – потребу в переміщенні, долаючи простір, час і масу.

Ефективне забезпечення транспортними послугами держави, населення і підприємств різних форм власності – це мета транспорту вищого ярусу в дереві цілей (ДЦ) – програми транспорту. Сучасна генеральна мета, стосовно АТЗ, ділиться в програмі на підцілі і конкретизується на різних ярусах ДЦ:

- організація господарської діяльності і показників роботи;
- ефективна корпоративна стратегія;
- вражаюче зростання показників роботи;
- просування торгової марки;
- максимальні довгострокові доходи для акціонерів;
- використання можливостей персоналу;
- задоволення запитів споживачів;
- оптимальне співвідношення інтересів учасників капіталу компанії;
- реалізація програми приватизації;
- якнайкращі операції по злиттю і придбанням;