

УДК 629.017 : 629.083

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ  
ЗА РАХУНОК КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО СИСТЕМИ  
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

**<sup>1</sup>Сакно О.П., к.т.н., <sup>2</sup>Лукічов О.В., к.т.н.**  
(<sup>1</sup>Військова академія, м. Одеса, <sup>2</sup>ДААТ м. Донецьк)

*Розглянутий комплексний підхід до надійності автотранспортних засобів (АТЗ), що базується на класичному підході до надійності, або «механічній надійності» всієї транспортної системи, розглянута функціональна структура системи технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р). Проаналізовані базові, технологічні, методологічні параметри технічного стану АТЗ, що впливають на надійність. Встановлено, що аналіз та синтез статистичних та експериментальних даних з надійності елементів систем АТЗ та складових системи*

*ТО і Р в загальному інформаційному полі дозволяє здійснювати управління їх ресурсом та надійністю.*

**Постановка проблеми.** В системотехніці лісового комплексу важливе місце займають проблеми транспортування деревини з місця вирощування до виробничих приміщень. Відбувається постійне нарощування обсягів автомобільних перевезень, а також розгалуження транспортної мережі у сучасних умовах. Для транспортування деревини активно використовуються автопоїзди, що забезпечують стабільне зростання галузей деревообробної промисловості, збільшення кількості вантажних автомобілів з інтенсивною експлуатацією, що визиває зменшення терміну їх служби. Це призводить до збільшення потреби в АТЗ з підвищеною інтенсивністю їх експлуатації й відповідно в підвищенні вимог до їх надійності. При цьому необхідно враховувати, що на підтримку АТЗ в технічно справному стані витрачається значно більше коштів та часу, чим на їх виробництво. Отже, навіть невелике якісне поліпшення організації системи ТО і Р автомобілів, її якості та надійності, можуть надати значний техніко-економічний ефект. Тим більше, що умови експлуатації АТЗ в Україні достатньо екстремальні й витрати на підтримку відповідного рівня технічної готовності автотранспортного парку (АТП) значно перевищують визначені нормативні значення.

У зв'язку з тим, що запропоновані техніко-економічні нормативи, методологія їх встановлення, оцінки і коректування, зважаючи на відсутність достатніх даних в кожному конкретному регіоні, недостатньо відображають реальний процес підтримки в працездатному стані АТЗ поставлена задача – підвищення ефективності комплексного забезпечення їх надійності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що проблема підвищення надійності АТЗ та ефективності ТО і Р, з урахуванням реальних умов експлуатації є актуальною. Питанням дослідження основних принципів забезпечення працездатності АТЗ, на основі дослідження їх надійності, присвячені роботи Аніловича В.Я., Бажинова О.В., Говорущенка М.Я., Гринченка О.С., Крагельського І.В., Кузнецова Є.С., Кухтова В.Г., Лебедева А.Т., Пронікова О.С., Полянського О.С., Подригала М.А. та багатьох інших авторів. Також вони багато уваги приділяли ролі саме організації системи технічної експлуатації АТЗ в поліпшенні основних показників надійності, а саме довговічності, безпеки, роботоспроможності.

Аналіз досліджень Репіна С.В., Гріффа М.І., Канторера С.Е. показує, що ефективність експлуатації АТЗ в значній мірі визначається рівнем їх надійності, що формується на всіх етапах життєвого циклу. Окрім зниження ефективності та продуктивності, недолік надійності підвищує техногенний ризик (Болотін В.В., Едельман В.І.), що характеризує вірогідність відмов АТЗ, які наводять до аварій, економічних, екологічних й інших видів збитку і знижують зрештою ефективність використання. Тому особливо важливо управляти надійністю саме на етапі експлуатації, коли АТЗ реалізує своє призначення, для чого також необхідно враховувати суб'єктивні фактори та психофізіологічний стан всього персоналу, що пов'язаний з виконанням транспортної роботи.

**Мета статті.** Забезпечення надійності АТЗ на всіх етапах життєвого циклу, на підставі системного аналізу складових, що впливають на показники надійності, з удосконаленням комплексного підходу.

**Матеріали і результати дослідження.** Інформаційні процеси, що пов'язані з системою функціонування АТЗ та ТО і Р, в більшості випадків носять імовірнісний характер. При кількісному підході до надійності як властивості системи ефективно функціонувати на необхідному рівні, можна виділити один із критеріїв надійності – вірогідність збереження системою експлуатаційних якісних характеристик протягом заданого проміжку часу при заданій меті функціонування. Для АТЗ це спосібність виконувати транспортну роботу в заданому обсязі та в установленому терміні.

Розвивається теорія надійності АТЗ за трьома напрямками:

- вивчення проблеми структури надійності АТЗ, що пов'язане з визначенням загальної надійності їх при різному з'єднанні елементів агрегатів і з розробкою методики вибору елементів і агрегатів АТЗ і режимів їх роботи при заданій мірі надійності;

- визначення надійності елементів системи, що пов'язане з вивченням основних фізичних властивостей елементів АТЗ;

- дослідження надійності отримання достовірної статистичної та технічної інформації для аналізу й розрахунків.

Отже, відповідно до цих напрямів надійність є одним з найважливіших технічних якостей системи, бо немає елементів, вірогідність безвідмовної роботи яких дорівнює 1,0. Надійність того або іншого елементу є функція часу, що убиває, і усі зусилля системи ТО і Р АТЗ направлені на підвищення надійності комплексу елементів, лише уповільнюють зменшення вірогідності безвідмовної роботи.

Статистична закономірність для надійності АТЗ є таким впорядкованим причинним зв'язком, при якому попередні стани системи визначаються з деякою вірогідністю; це є об'єктивною мірою можливості здійснення стану, на який безпосередньо впливають якість і надійність системи ТО і Р АТЗ. Якщо динамічна закономірність є формою прояву однозначно детермінованих законів, то статистична є формою прояву саме імовірнісних законів. Статистичні закони діють там, де є більше число об'єктів і зв'язків між ними. Динамічні закономірності є, по суті, статистичними з вірогідністю здійснення, близькою до 1,0.

Наблизитися до такої вірогідності можливо саме при комплексному підході до надійності транспортної системи (рис. 1). При цьому надійність АТЗ базується на класичному підході до надійності, що досліджує надійність всіх систем та механізмів АТЗ («механічну надійність» [1]), а надійність системи ТО і Р та надійність в процесі комерційної експлуатації враховують також організаційні та економічні фактори.

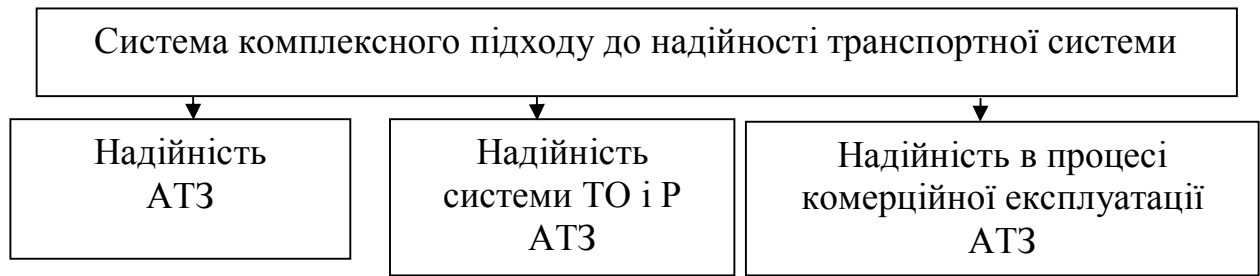


Рисунок 1. Загальний підхід до надійності

Теорія надійності АТЗ ґрунтується на імовірнісній природі самого феномену надійності. При такому підході зі всіх станів, в яких може знаходитися та або інша система АТЗ, виділяється множини таких станів, які розрізняються між собою з точки зору надійності. Ця множина називається фазовим простором системи. З часом в складових частинах системи відбуваються різні зміни, наприклад, пов'язані з «старінням» систем та механізмів АТЗ. На підставі отримання цього статистичного матеріалу може бути створена модель зміни технічного стану кожного з елементів АТЗ. Така практична модель та система управління ресурсом створена для пневматичних шин АТЗ [2]. Сучасні транспортні системи для вантажних автомобілів мають складну структуру, характеристики якої схильні до змін як у зв'язку із змінами в самій структурі (знос деталей автомобіля, введення їх нових моделей та ін.), так і під впливом зовнішніх чинників, які постійно змінюють свої значення. Таким чином, значення вихідних параметрів системи, визначені її надійністю, підкоряються імовірнісним законам і можуть бути визначені з використанням відомих методів теорії вірогідності й математичної статистики [3, 4].

Транспортні системи використовують АТЗ все більшої вартості, що обумовлює великі одночасні капітальні витрати. Тому втрати, що викликані їх раптовою відмовою обходяться все дорожче. Звідси витікає необхідність розробки загальної комплексної системи надійності, що включає, як надійність АТЗ, так і надійність системи ТО і Р, що забезпечить відновлення надійності в плановому порядку. Постановка фізичного експерименту для оцінки надійності системи на стадії проектних опрацювань неможлива, тому розроблюються математичні моделі, що дозволяють оцінювати надійність складних систем і порівнювати між собою їх різні варіанти. Система надійності ТО і Р забезпечується функціонуванням всього комплексу процесів, процедур та методів, а саме:

- об'єктивні процеси системи (підтримання та матеріально-технічне забезпечення надійності АТЗ, відновлення та забезпечення роботоздатності в процесі експлуатації);
- процедури стратегії ТО і Р АТЗ (діагностика, різні рівні ТО і Р, збереження, оптимізація, утилізація та ін.);
- методи ТО і Р АТЗ (управлінські, організаційні, технологічні).

Обмеженість традиційних методів розрахунку надійності полягає також і в тому, що ці методи детально розроблені лише для експоненціального розподілу напрацювання на відмову і часу відновлення; завдання резервування також вирішується

комплексно. Перераховані вище труднощі можна усунути, якщо для дослідження надійності всіх елементів АТЗ та системи ТО і Р використовувати метод імітаційного (статистичного) моделювання. Основні ідеї цього методу стосовно дослідження надійності складних систем викладені в [5].

Адаптуючи цей метод до надійності АТЗ та системи ТО і Р визначаємо, що метою діяльності з підвищення технічної готовності АТЗ є підвищення основних показників надійності. Для отримання результату необхідно створити певну сукупність чинників, до яких відносяться: процеси, що здійснюються для здобуття результату; методи отримання результату; засоби, необхідні для реалізації цих процесів; ресурси, що витрачаються на здобуття результату; умови, в яких отримано результат; взаємозв'язки між ресурсами, умовами, засобами і процесами, що забезпечують цілеспрямовану діяльність і необхідну якість результату – підвищення надійності системи ТО і Р АТЗ. Ця система показана на рис. 2 в спрощеному вигляді й представляє єдність вхідних, технологічних та методологічних параметрів.

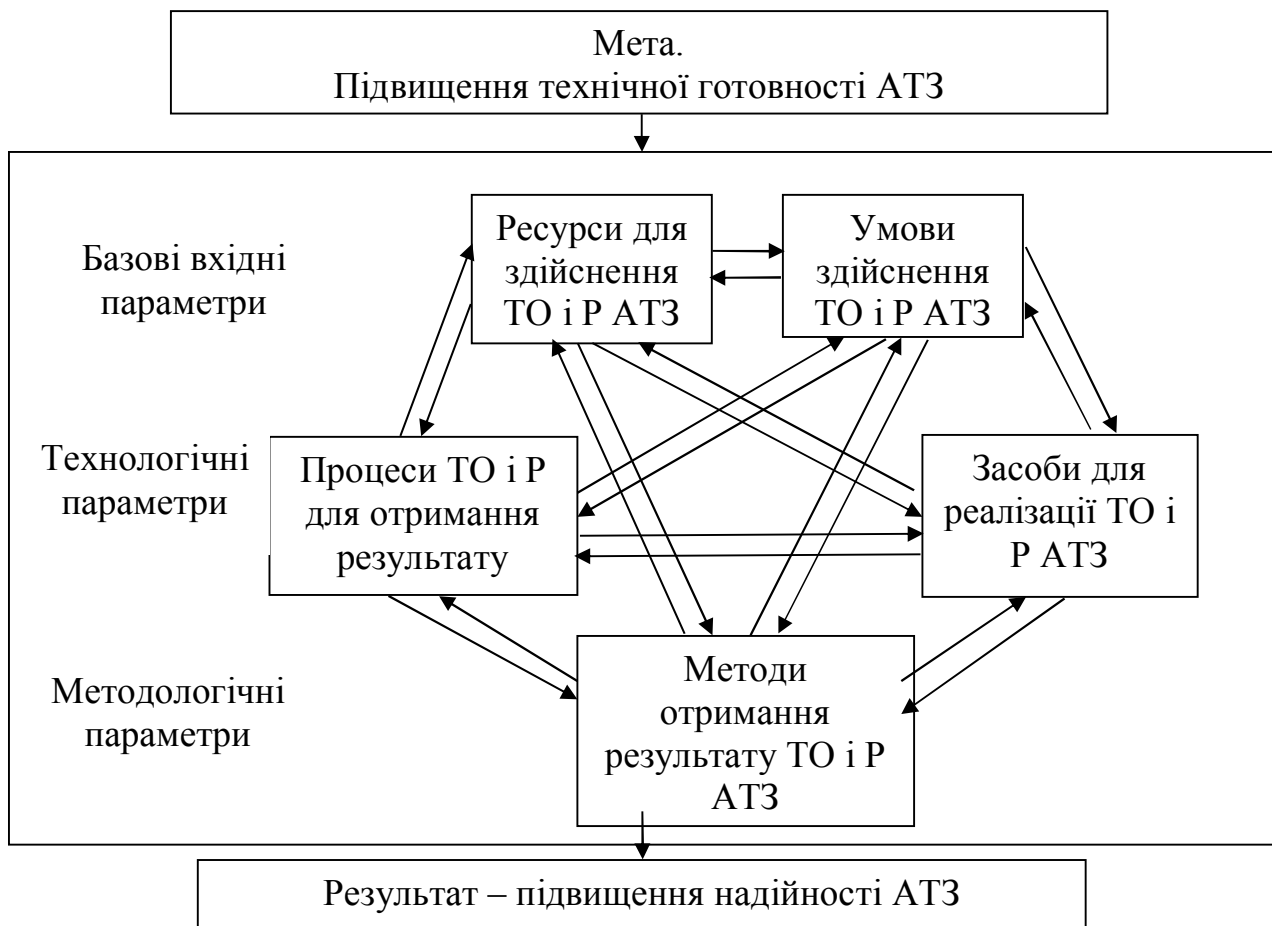


Рисунок 2. Структура отримання підвищеної надійності АТЗ

На основі аналізу стану питання наповнює множини цієї системи необхідними для ТО і Р АТЗ елементами.

1. Умови ТО і Р. Їх можна розділити на природні (некеровані) та штучні (керовані). Штучні умови створюються людиною і включають: умови вживання системи ТО і Р (навантаження, необхідний рівень надійності, тимчасові обмеження, технологічні режими й ін.); умови експлуатації обладнання системи ТО і Р (наявність спеціалізації ТО, умови зберігання і транспортування, якість метрологічної техніки, дотримання заходів безпеки й ін.); забезпеченість кадрами і технічними засобами; умови праці для персоналу і тому подібне.

Зв'язки між чинниками утворюють складну множину зв'язків. Вплив фактичних експлуатаційних умов на ефективність ТО і Р АТЗ оцінюють на підставі статистичних даних шляхом обчислення коефіцієнтів впливу кожного чинника.

2. Ресурси ТО і Р. Виділяються сім класів ресурсів: інформаційні; фінансові; ресурси часу; просторові (це площі та обсяги для реалізації процесів); енергетичні ресурси утворюють різні джерела; кадрові ресурси складаються з виконавців і керівників; матеріальні ресурси, до яких відноситься елементна база, природні ресурси, всілякі речовини й ін., що забезпечуються відділами матеріально-технічного постачання.

3. Процеси ТО і Р. Ця множина включає процеси забезпечення роботоспроможності, які розкладаються на процедури (ЩО, ТО, Р, діагностика) і операції (пошук несправностей, їх усунення, планові регламентні роботи, заміна вузлів і так далі). Поєднання процедур визначає стратегію ТО і Р.

4. Засоби ТО і Р. До складу множини R4 включаються технічні засоби (ремонтне устаткування, стенди, промислові будівлі й ін.).

5. Методи ТО і Р складають розроблену технологію виконання операцій та їх наповненість, а сукупність стратегій і методів діяльності в цьому напрямі можна вважати методологією ТО і Р АТЗ для забезпечення надійності.

Зв'язки між елементами множин системи перетворюють набір окремих елементів ТО і Р в систему технічної експлуатації. Величезна кількість елементів системи ТО і Р АТЗ робить множину зв'язків настільки великою і різноманітною, що завдання організації зв'язків між чинниками є однією з найскладніших задач.

Реалізація запропонованого комплексного підходу потребує створення єдиної бази статистичних та діагностичних даних, що повинна існувати в загальному інформаційному просторі й бути основою для прийняття рішень та управління процесами, які безпосередньо впливають на надійність АТЗ. Крім того обов'язково необхідно в цьому ж інформаційному просторі розглядати психологічні фактори, що пов'язані з людським фактором (водії, працівники технічної служби, керівники). Аби система ТО і Р стала працюючим інструментом, механізмом здобуття необхідного результату, потрібно за допомогою встановлених зв'язків розробляти порядок взаємодії елементів множин.

**Висновок.** Комплексний підхід до забезпечення надійності АТЗ на всіх етапах їх життєвого циклу дозволяє підвищити основні показники надійності, коефіцієнт технічної готовності АТЗ на АТП, за рахунок аналізу та синтезу статистичних та експериментальних даних з надійності окремих елементів систем та підсистем АТЗ та



складових системи ТО і Р в єдиному інформаційному полі, що дозволяє здійснювати управління їх ресурсом та надійністю.

### Список літератури

1. Гринченко А.С. Механическая надежность мобильных машин. Оценка, моделирование, контроль / Гринченко А.С. – Х. : Віровець А.П. «Апостроф», 2012. – 259 с.
2. Кравченко О.П. Призначення нормативу ресурсу шин вантажних автомобілів на основі системи управління їх технічною експлуатацією / Кравченко О.П., Сакно О.П., Лукічов О.В. // Наукові нотатки Міжвузівський збірник [«Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»]. – Луцьк, 2012. Вип. 37 (травень, 2012). – С. 177-182.
3. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
4. Вентцель Е.С. Прикладные задачи теории вероятностей / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Радио и связь, 1983. – 416 с.
5. Репин С.В. Методология совершенствования системы технической эксплуатации строительных машин. – Дисс. доктора техн. наук – Санкт-Петербург, 2008. – 451 с.

### Аннотация

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЗА СЧЕТ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Сакно О.П., Лукічов А.В.

*Рассмотрен комплексный подход к надежности автотранспортных средств (АТС), который базируется на классическом подходе к надежности, или «механической надежности» всей транспортной системы, рассмотрена функциональная структура системы технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р). Проанализированы базовые, технологические, методологические параметры, которые влияют на надежность. Установлено, что анализ и синтез статистических и экспериментальных данных надежности отдельных элементов систем и составляющих системы ТО и Р в общем информационном поле позволяет осуществлять управление их ресурсом и надежностью.*

### Abstract

#### **THE RELIABILITY ASSURANCE OF VEHICLES AT THE EXPENSE OF COMPREHENSIVE APPROACH TO MAINTENANCE SYSTEM**

Sakno O.P., Lukichov O.V.

*The comprehensive approach is considered to reliability of vehicles, which is based on the classic approach to reliability, or «mechanical reliability» of all transport system, the functional structure of the maintenance system and repair. Base,*

*technological, methodological parameters are analysed which influence on reliability. The analysis and synthesis of statistical and experimental data of reliability of maintenance system are allowed to carry out a management their service life and reliability.*